

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	10
РАЗДЕЛ 1. СВАРКА И РЕЗКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ.	
1.1. Конструкционные материалы для изготовления сварных конструкций.	12
1.1.1. Диаграмма состояния металлических сплавов	16
1.1.2. Сравнительный анализ свойств стали и чугуна	18
1.2. Термическая обработка стали	20
1.2.1. Оборудование и приборы для термической обработки	23
1.3. Цветные металлы и сплавы для изготовления изделий	27
1.3.1. Алюминий и его сплавы	28
1.3.2. Медь	28
1.3.3. Латунь	29
1.3.4. Бронза	29
1.3.5. Олово и его сплавы	31
1.3.6. Титан и его сплав	32
1.3.7. Свинец и его сплавы	33
1.3.8. Марганец и его сплавы	33
1.3.9. Виды инструментальных сталей и их маркировка	34
1.4. Выбор методов защиты изделий от коррозии в зависимости от вида	34
1.4.1. Классификация видов коррозии в зависимости от внешних воздействий на металл	35
1.5. Виды неметаллических материалов и их применение.	36
1.5.1. Получение изделий порошковой металлургией.	38
1.6. Подготовка металла и материалов к сборке и сварке конструкций	39
1.6.1. Организация рабочего места	39
1.6.2. Ручная правка, гибка, очистка, резка металла	40
1.6.3. Ручная разметка металла	43
1.6.4. Рубка листового металла	46
1.6.5. Опилывание плоскостей пластин	48
1.6.6. Охрана труда при работе с оборудованием	50
1.6.7. Производство заготовительных операций под сборку и сварку конструкции	51
1.6.8. Оборудование для разделки кромок, зачистки швов и отделки сварных соединений	52
1.6.9. Разновидности сварных соединений и дефекты, созданные сборкой, сваркой металлических изделий	53
1.6.10. Виды швов	55
1.6.11. Дефекты швов	56
1.6.12. Выполнение визуального контроля качества подготовленного к сборке и сварке металла	58
1.6.13. Соблюдение правил безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности при сварочных работах	61
1.7. Организация рабочего места. Подготовка инструмента, оборудования для сварки конструкций	63

1.7.1 Классификация основных видов сварки плавлением и основные сведения о дуге	65
1.7.2. Процессы на отдельных участках дуги	67
1.7.3 Сущность тепловых процессов при ручной дуговой сварке	67
1.7.4 Источники питания для сварки	69
1.8 Ручная дуговая сварка металлоконструкций	71
1.8.1 Выбор режима сварки	71
1.8.2 Техника и технология ручной дуговой сварки.	72
1.8.3 Сварка вертикальных, горизонтальных и потолочных швов	75
1.8.4 Микроструктура сварного соединения	76
1.8.5 Наплавка покрытыми электродами	77
1.8.6 Напряжения и деформации при сварке	79
1.8.7 Причины возникновения напряжений и деформаций при сварке	80
1.8.8 Основные мероприятия по предупреждению сварочных напряжений	81
1.8.9 Механические свойства свариваемых металлов и сварных швов	82
1.9 Сварка труб	84
1.9.1 Контроль непроницаемости швов (плотность шва)	86
1.9.2 Правило безопасного ведения сварочных работ, пожаро – и электробезопасность	87
1.10.Резка металлических конструкций электрической дугой.	89
1.10.1 Электродуговая резка	89
1.10.2 Точность и качество резки	90
1.10.3 Основные дефекты, образующиеся при электродуговой резке стали и способы устранения	91
1.10.4. Соблюдение правил безопасности ведения работ, пожаро - и электробезопасность, охрана труда и окружающей среды	92
1.11 Ручная дуговая сварка высокопроизводительными методами	93
1.11.1 Виды высокопроизводительной ручной дуговой сварки	93
1.11.2 Сварка высокопроизводительными покрытыми электродами	94
1.11.3 Сварка трехфазной дугой	95
1.11.4. Сварка лежачим и наклонным электродами	96
1.11.5 Сварка погруженной дугой	97
1.11.6 Ваннодуговая сварка	97
1.11.7 Электрошлаковая сварка	98
1.12 Сборка и сварка сварных конструкций	100
1.13 Комплексная проверка подготовительных, сборочных и сварочных операций	104
1.13.1 Методы контроля плотности сварных швов	105
1.14 Производственные электросварочные работы	106
1.14.1 Сущность плазменной сварки	107
1.15 Выполнение чертежей, графических изображений технических объектов. Чтение чертежей машиностроительных деталей и сварных металлических конструкций	109

1.15.1 Основные способы графического изображения деталей, методов и приёмов проекционного черчения, технического рисования	110
1.15.2 Выполнение эскиза детали	110
1.15.3 Чтение чертежей сварных металлических конструкций	112
1.16 Специфика производства	113
1.16.1 Организация проведения инструктажей по охране труда на предприятии при выполнении электросварочных работ	113
1.16.2 Инфраструктура предприятия	115
1.16.3 Правила внутреннего трудового распорядка предприятия	116
1.16.4 Структура административно-бытового комплекса	116
1.16.5 Виды основного промышленного оборудования	118
1.16.6 Организация работы и рабочих мест в заготовительных и сварочных цехах	119
1.16.7 Подготовка металла к резке и сварке	120
1.16.8 Требования к работе со сварочным и газорезательным оборудованием и машинами, правила их обслуживания	121
Краткие выводы к 1 разделу	123
РАЗДЕЛ 2 СВАРКА ГАЗОВЫМ ПЛАМЕНЕМ	
2.1 Организация рабочего места. Подготовка металла и материалов к сборке и сварке металлоконструкций	124
2.1.1 Основные свойства, назначение, способы получения и характеристики кислорода, карбида кальция, ацетилена и других горючих газов; марок сварочной проволоки; структура и характеристики газового пламени; требования к организации рабочего места и безопасности труда	124
2.1.2 Подготовка рабочего места для сборки и сварки конструкции	133
2.1.3 Правка и очистка металла	135
2.1.4 Подготовка торцов свариваемого металла под сборку и сварку конструкции согласно технологической документации	138
2.1.5 Сварочные материалы согласно технологической документации	144
2.1.6 Сборка деталей под сварку	148
2.1.7 Визуальный контроль качества сборки подготовленного к сварке металла.	152
2.1.8 Правила безопасного ведения работ, пожаро – и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды	152
2.2 Подготовка оборудования и аппаратуры к сборке и сварке металлоконструкций	153
2.2.1 Виды, назначение, устройство, принцип действия и правила эксплуатации аппаратуры для газовой сварки металлов, обращение с газовыми баллонами и ацетиленовыми генераторами; требования к организации рабочего места и безопасности труда	153
2.2.2 Расположение, инструмента, оборудования и аппаратуры согласно санитарным нормам и правилам организации рабочего места	159
2.2.3 Проверка исправности корпуса генератора и загрузочных устройств	159
2.2.4 Проверка генератора на герметичность	160
2.2.5 Проверка герметичности горелки, предохранительного затвора,	160

надежности присоединения шланга к затвору и горелке.	
2.2.6 Размещение газовых баллонов в соответствии с инструкцией	162
2.2.7 Проверка наличия и исправности манометров и редукторов	162
2.2.8 Правила безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды	162
2.3 Выбор параметров и режима сварки металлоконструкции	163
2.3.1 Выбор режимов сварки в зависимости от конфигурации и толщины свариваемых деталей; выбор режима нагрева металла в зависимости от его марки и толщины; режимы сварки при выполнении вертикальных и наклонных швов; требования к организации рабочего места и безопасности труда	163
2.3.2 Выбор видов и мощности подогревающего пламени, номера наконечника сварочной горелки в соответствии с толщиной металла	164
2.3.3 Присадочный материал	165
2.3.4 Расход горючего газа и кислорода	167
2.3.5 Регулировка сварочного пламени	167
2.4 Меры для предупреждения деформаций при сборке и сварке металлоконструкции	168
2.4.1 Сборка конструкции с учетом возможной деформации в соответствии со сборочными и рабочим чертежом и техническими условиями	168
2.4.2 Последовательность выполнения сварных швов в соответствии с технологической картой	169
2.5 Сборка и сварка металлоконструкции	172
2.5.1 Технологии и особенности газовой сварки металлов и сплавов; способы передвижения горелки по шву; техника выполнения сварки нижних, горизонтальных, вертикальных швов, однослойная и многослойная сварка, сварка пламенем повышенной мощности; сварка многопламенной горелкой; сварка сквозным валиком; виды деформации при сварке, методы их предупреждения и уменьшения; термическая обработка изделий после сварки; технология сварки листового металла; способы ремонта сварных конструкций; требования к организации рабочего места и безопасности труда	172
2.5.2 Наплавка валиков на стальные пластины толщиной 5-8 миллиметров без присадочного материала и с присадочной проволокой по прямой, квадрату, кривой, правым и левым способом	177
2.5.3 Прихватка и сварка пластин толщиной 2, 3 и 4 миллиметра встык без скоса кромок плоским и выпуклым швами	181
2.5.4 Прихватка и сварка пластин толщиной до 1 миллиметра с отбортовкой кромок без присадочного материала	183
2.5.5 Сварка пластин в тавр, под углом 90 градусов, толщиной 4-5 мм без скоса кромок сплошным односторонним, сплошным двусторонним и прерывистым швами	183
2.5.6 Сварка пластин толщиной 5-10 миллиметров встык с односторонним скосом двух кромок	185
2.5.7 Сварка пластин толщиной 12 миллиметров встык с двухсторонним симметричным скосом двух кромок	185

2.5.8	Наплавка на вертикальную пластину вертикального валика движением горелки снизу вверх	186
2.5.9	Наплавка горизонтального валика	187
2.5.10	Определение и устранение дефектов при сварке	188
2.5.11	Заварка отверстий и постановка заплат	191
2.5.12	Сварка деталей в полном объеме, технологической точности в соответствии с инструкционно-технологическими картами	192
2.5.13	Визуальный контроль качества подготовленного к сборке и сварке металла	193
2.5.14	Правила безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды	193
2.6	Сварка поворотных стыков труб	195
2.6.1	Технология сварки поворотных труб многослойными швами; требования к организации рабочего места и безопасности труда	195
2.6.2	Сварка поворотных стыков труб, колена из труб под различными углами.	196
2.6.3	Сварка цилиндрических сосудов из тонколистовой стали	198
2.6.4	Приварка заглушек к трубам	199
2.6.5	Контроль качества сварного шва на плотность водой и керосином	199
2.6.6	Правила безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды	200
2.7	Качество выполнения сборки и сварки конструкции.	201
2.7.1	Контроль качества заготовок деталей согласно технологической документации	201
2.7.2	Зачистку сварных швов и околошовной зоны от шлака и брызг	203
2.7.3	Визуальный контроль качества сборки и сварки согласно технологической документации	203
2.7.4	Измерение геометрических размеров швов, формы сварной конструкции	204
2.7.5	Устранение выявленных дефектов и деформаций в свариваемых деталях и конструкциях простых и средней сложности	206
2.8	Производственные газосварочные работы и газопламенная наплавка	209
2.8.1	Технология и особенности газовой сварки углеродистых и легированных сталей; газопламенная наплавка цветных металлов и сплавов	209
2.8.2	Выполнение газосварочных работ и газопламенной наплавки в период производственно-технологической практики на предприятии в соответствии с содержанием (обзором) модуля профессиональной практики	209
2.9	Безопасные методы выполнения производственной деятельности	209
2.9.1	Основные причины несчастных случаев на производстве, влияние теплового излучения на организм человека	209
2.9.2	Правила техники безопасного ведения работ; правила пожарной безопасности; санитарно-гигиенические нормы, вредные вещества, выделяемые при проведении газосварочных работах	211
2.9.3	Нормы производственной санитарии: состояние воздушной среды в производственных помещениях; производственное освещение, шумы и вибрации; вредное излучение и защита от него, вентиляция помещений	211

2.9.4 Средства индивидуальной защиты, средства пожаротушения, оказание первой помощи при производственной травме при выполнении сварочных работ	213
2.9.5 Соблюдение правил безопасности при работе с неметаллическими материалами	214
2.10 Профессиональное общение с соблюдением норм и правил делового этикета	215
2.10.1 Основные этические нормы общения с коллегами, администрацией, партнёрами в процессе производства	215
2.10.2 Психологическая характеристика особенностей личности, их проявления в поведении и профессиональной деятельности.	216
Краткие выводы к 2 разделу	218
РАЗДЕЛ 3. СВАРКА В СРЕДЕ АРГОНА	
3.1 Подготовка металла, материалов, рабочего места, оборудования, аппаратуры к сборке и сварке металлоконструкций	219
3.1.1 Сущность процесса и область применения	219
3.1.2 Газовое оборудование, сварочные горелки и источники питания на рабочем месте	220
3.1.3 Присадочные материалы	227
3.1.4 Подготовка заготовок под сварку	229
3.1.5 Требования техники безопасности перед началом работ	230
3.2 Зажигание дуги	232
3.2.1 Газовая защита, сварка на постоянном и переменном токе	232
3.2.2 Выбор параметров режима сварки	234
3.2.3 Зажигание дуги вольфрамовым электродом	235
3.2.4 Требование техники безопасности во время работ	237
3.3 Сварка простых деталей	240
3.3.1 Сварка в различных пространственных положениях	240
3.3.2 Технология сварки алюминия, титана, меди и их сплавов, углеродистых, конструкционных и коррозионностойких сталей в среде аргона	241
3.3.3 Виды дефектов сварного шва	251
3.3.4 Напряжение и деформация при сварке	257
3.3.5 Устранение выявленных дефектов	260
3.3.6 Инструкционно-технологическая карта по сварке.	262
3.3.7 Требования техники безопасности по окончанию работ	264
Краткие выводы к 3 разделу	264
РАЗДЕЛ 4. ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РАБОТ ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРЩИКА	
4.1 Наплавка, сварка и резка электрической дугой	265
4.1.1 Оборудование для сварки и резки электрической дугой	265
4.1.2 Подготовка заготовок под сварку	269
4.1.3 Подогрев деталей перед сваркой	270
4.1.4 Однослойная сварка стали во всех пространственных положениях.	272
4.1.5 Многослойная сварка стали	274
4.1.6 Холодная и горячая сварка чугуна	274
4.1.7 Особенности технологии и техники наплавки	276

4.1.8	Сварка листовых, решётчатых и трубных конструкций	277
4.1.9	Сварка неповоротных стыков труб	279
4.1.10	Сварка арматуры железобетона	280
4.1.11	Плазменная резка деталей по разметке	281
4.1.12	Воздушно-дуговая строжка деталей	283
4.1.13	Выполнение предварительного и сопутствующего подогрева.	285
4.1.14	Устранение выявленных дефектов	285
4.1.15	Сварка и резка конструкций в полном объёме и технологической точности	286
4.1.16	Правила безопасного ведения работ, пожарной и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды при электрогазосварочных работах	287
4.2	Комплексные производственные электрогазосварочные работы на предприятии.	288
4.2.1	Подготовка металла, основного и вспомогательного оборудования для сварки, инструмента и приспособлений к работе	288
4.2.2	Технологический процесс ручной дуговой сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей	290
4.2.3	Технологический процесс автоматической и полуавтоматической сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей	291
4.2.4	Технологический процесс плазменной сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей	293
4.2.5	Технологический процесс газовой сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей	294
4.2.6	Ручное дуговое воздушное строгание деталей средней сложности и сложных из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов в различных пространственных положениях	295
4.2.7	Зачистка швов после сварки	296
	Краткие выводы к 4 разделу	297
	Глоссарий	298
	Список используемой и рекомендуемой литературы	302

ПРЕДИСЛОВИЕ

Среди известных способов сварки плавлением в настоящее время наибольшее внимание уделяется дуговой сварке. Применение дуговой сварки в машиностроении существенно повлияло на дальнейшее развитие этой отрасли. Были созданы такие отрасли техники, как ракетостроение, атомная энергетика, радиоэлектроника и др.

О возможности практического использования сварочной дуги в 1802 году профессор Санкт-Петербургской военно-хирургической академии В.В.Петров (первооткрыватель явления электрической дуги) продемонстрировал на своих опытах. Многолетние поиски ученых в создании источника энергии для возбуждения электрической дуги и реализации процесса сварки привели к открытию Российского ученого инженера Н.Н.Бенардоса, который в 1882 г. создал способ электродуговой сварки металлов неплавящимся угольным электродом.

В 1888 г. Российский инженер Н.Г.Славянов предложил использовать для сварки плавящийся металлический электрод, а впоследствии разработал первый сварочный генератор и флюсы, предназначенные для воздействия на состав металла шва. В середине 1920 годов проводятся исследования учеными России во Владивостоке под руководством В.П.Володина, в Москве под руководством Н.Н.Рыкалина, в Ленинграде - под руководством В.П.Никитина, в Киеве - Е.О.Патон, который в 1929г. организовал лабораторию сварки, а затем институт электросварки (ИЭС). В 1924–1935 гг. для сварки в основном применяли металлические электроды с тонким ионизирующим (мелованным) покрытием. В 1935-1939гг начали применять электроды с покрытиями из легирующих и флюсующих элементов со стержнями из легированной стали. В 1940г в ИЭС (институт электросварки им. Е.О.Патона) создает первый сварочный автомат для сварки под слоем флюса, который показал скоростную сварку с высоким качеством шва. В 1950г в ЦНИИТмаше (центральный научно-исследовательский институт технологического машиностроения) при участии ученых МВТУ им. Э.Баумана, ИЭС им. Е.О.Патона была разработана высокоскоростная сварка в среде защитного углекислого газа углеродистых и низколегированных сталей с высоким качеством сварного соединения. Разработки электронного и лазерного лучей - источников высококонцентрированного нагрева металла привели к созданию новых технологий сварки плавлением. В настоящее время в промышленности широко применяют электронно-лучевую и лазерную сварку. В настоящее время в производстве сварных конструкций многовариантно используются сварочные роботы, автоматические и полуавтоматические способы сварки, что позволило автоматизировать весь технологический процесс заводского изготовления (заготовительные, сборочные и сварочные операции).

При изготовлении сварных конструкций применяют больше всего равнопрочные стыковые соединения, при изготовлении клепаных нахлесточные. Благодаря этому экономия металла, например, при сварке

стойтельных конструкций (стойки, колонны, балки, фермы) составляет около 20%. Сокращение расхода металла снижает стоимость сварных изделий. Стоимость их снижается также за счет сокращения трудоемкости на 5-30% против трудоемкости клёпаных изделий. Надлежащим образом развивается также производство наплавочных работ, повышающих износостойкость деталей в механизмах, поверхности которых работают на истирание. Все больше производится сварных изделий не только из стали, но и из алюминия, меди, никеля, титана и их сплавов, а также из разнородных материалов, например, алюминия и стали. Весьма распространенным и прогрессивным процессом разделения металла или его поверхностной обработки является термическая резка, во многих случаях полностью заменяющая механическую обработку. Наряду с кислородной и плазменной резкой, очень важное значение приобрела газолазерная резка, внедрение которой дает значительный экономический эффект. Выпускать продукцию высокого качества, совершенствовать приемы труда, осваивать новейшую передовую технологию могут только рабочие, хорошо владеющие теорией и передовой практикой. Большое значение имеет повышение профессионального мастерства и культурно-технического уровня рабочих. Изучение теоретических основ сварочного производства в сочетании с производственным обучением, полученным в учебных заведениях, позволит обучающимся стать квалифицированными сварщиками.

В пособии изложены закономерности формирования структуры кристаллических материалов в процессе кристаллизации из жидкого состояния а также пластического деформирования и термической обработки. В зависимости от условий эксплуатации, определено назначение конструкционных, инструментальных сталей, цветных металлов и их сплавов, неметаллических материалов для изготовления изделий; защита материалов от разновидностей коррозии. Раскрыты вопросы подготовки металла и материалов к сборке и сварке подузлов, узлов и сварных конструкций в целом, термической газовой и дуговой разделительной резки, вопросы организации рабочего места, техники и технологии сварки (ручная, полуавтоматическая, автоматическая) с требованиями качественного и безопасного выполнения работ.

Учебное пособие по специальности «Сварочное дело» и квалификации «Электрогазосварщик» представляет собой практико-ориентированный курс теоретической и практической подготовки по профессиональным модулям ПМ 01 - «Сварка и резка электрической дугой», ПМ 02 - «Сварка газовым пламенем», ПМ 03 - «Сварка в среде аргона», ПМ 04 - «Выполнение основных видов работ электрогазосварщика», где теория и практика увязаны в одно целое. Учебное пособие предназначено для обучающихся колледжей, а также для рабочих, выполняющих сборочно-сварочные операции при изготовлении различных металлоконструкций.

РАЗДЕЛ 1 . СВАРКА И РЕЗКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ

1.1 Конструкционные материалы для изготовления сварных конструкций

Конструкционными называют материалы, предназначенные для изготовления деталей машин, приборов, инженерных конструкций, подвергающиеся механическим нагрузкам.

Конструкционной прочностью называется комплекс механических свойств, обеспечивающих надежную и длительную работу материала в условиях эксплуатации. Требуемые характеристики механических свойств материала для конкретного изделия зависят не только от силовых факторов, но и воздействия на него рабочей среды и температуры. Среда - жидкая, газообразная, ионизированная, радиационная, в которой работает материал, оказывает существенное и преимущественно отрицательное влияние на его механические свойства, снижая работоспособность деталей. В частности, рабочая среда может вызывать повреждение поверхности вследствие коррозионного растрескивания, окисления и образования окалины, изменение химического состава поверхностного слоя в результате насыщения нежелательными элементами (например, водородом, вызывающим охрупчивание). Для того чтобы противостоять рабочей среде, материал должен обладать не только механическими, но и определенными физико-химическими свойствами: стойкостью к электро-химической коррозии, жаростойкостью (окалиностойкостью – устойчивостью к химической коррозии), радиационной стойкостью, влагостойкостью, способностью работать в условиях вакуума и др. Для обеспечения работоспособности при высокой температуре от материала требуется жаропрочность, а при низкой температуре - хладостойкость. В некоторых случаях важно также требование определенных магнитных, электрических, тепловых свойств, высокой стабильности размеров деталей (особенно высокоточных деталей приборов). Технологические требования (технологичность материала) направлены на обеспечение наименьшей трудоемкости изготовления деталей и конструкций. Технологичность материала характеризуют возможные методы его обработки. Она оценивается обрабатываемостью резанием, давлением свариваемостью, способностью к литью, а также прокаливаемостью, склонностью к деформации и короблению при термической обработке. Экономические требования сводятся к тому, чтобы материал имел невысокую стоимость и был доступным. Стали и сплавы по возможности должны содержать минимальное количество легирующих элементов. Использование материалов, содержащих легирующие элементы, должно быть обосновано повышением эксплуатационных свойств деталей. Таким образом, качественный конструкционный материал должен удовлетворять комплексу требований.

Конструкционные (машиностроительные) стали классифицируют по химическому составу, степени раскисленности и назначению, качеству.

Конструкционные стали по химическому составу классифицируют по содержанию углерода на углеродистые и легированные, в которых наряду с углеродом имеются легирующие элементы (Cr, Ni, Ti, Si, Mn, W, Al, Mo, Nb, -Cu и др. см. таб №1), степень легирования которых оценивается суммарным содержанием их в стали. Так, например, низколегированные стали содержат до 4.0% легирующих элементов, среднелегированные - от 4.5 до 10%, высоколегированные - свыше 10%. Эти стали классифицируют по назначению и структуре, как правило, они производятся качественными.

Таб. №1

Элемент	Символ	Принятое обозначение элементов в марках металлов и сплавов		Элемент	Символ	Принятое обозначение элементов в марках металлов и сплавов	
		черных	цветных			черных	цветных
Азот	N	А	-	Неодим	Nd	-	Нм
Алюминий	Al	Ю	А	Никель	Ni	Н	Н
Барий	Ba	-	Бр	Ниобий	Nb	Б	Нп
Бериллий	Be	Л	Б	Олово	Sn	-	О
Бор	B	Р	-	Осмий	Os	-	Ос
Ванадий	V	Ф	Вам	Палладий	Pd	-	Пд
Висмут	Bi	Ви	Ви	Платина	Pt	-	Рл
Вольфрам	W	В	-	Празеодим	Pr	-	Пр
Гадолиний	Gg	Гм	Гм	Рений	Re	-	Ре
Галлий	Ga	Гл	Гл	Родий	Rh	-	Рд
Гафний	Hf	-	Гф	Ртуть	Hg	-	Р
Германий	Ge	-	Г	Рутений	Ru	-	Ру
Гольмий	Ho	-	ГОМ	Самарий	Sm	-	Сам
Диспрозий	Dy	-	ДИМ	Свинец	Pb	-	С
Европий	Eu	-	Ев	Селен	Se	Е	СТ
Железо	Fe	-	Ж	Серебро	Ag	-	Ср
Золото	Au	-	Зл	Скандий	Sc	-	Скм
Индий	In	-	Ин	Сурьма	Sb	-	Су
Иридий	Ir	и	И	Таллий	Tl	-	Тл
Иттербий	Yb	-	ИТМ	Тантал	Ta	-	ТТ
Иттрий	Y	-	ИМ	Теллур	Te	-	Т
Кадмий	Cd	Кд	Кд	Тербий	Tb	-	Том
Кобальт	Co	К	К	Титан	Ti	Т	ТПД
Кремний	Si	С	Кр (К)	Тулий	Tm	-	ТУМ
Лантан	La	-	Ла	Углерод	C	У	-
Литий	Li	-	Лэ	Фосфор	P	П	Ф
Лютеций	Lu	-	Люм	Хром	Cr	Х	Х (Хр)
Магний	Mg	Ш	Мг	Церий	Ce	-	Се
Марганец	Mn	Г	Мц (Мр)	Цинк	Zn	-	Ц
Медь	Cu	Д	М	Цирконий	Zr	Ц	ЦЭВ
Молибден	Mo	М	-	Эрбий	Er	-	ЭРМ

Углеродистые стали подразделяют на низкоуглеродистые ($0.09 \leq C < 0.25\%$), среднеуглеродистые ($0.26 \leq C < 0.45\%$), высокоуглеродистые ($C > 0.45\%$). По уровню содержания вредных примесей (серы, S и фосфора, P) стали производят качественные (содержание $S \leq 0.035\%$ и $P < 0.035\%$) и обыкновенного качества (содержание $S \leq 0.05\%$ и $P < 0.04\%$).

Для детальной характеристики стали в ее обозначение внесены дополнительные буквенные и цифровые индексы. Например, у марки ВСтЗсп, ВСтЗпс, ВСтЗкп первая буква обозначает группу сталей в зависимости от гарантируемых характеристик. Таких групп в обозначениях марки стали имеется три:

«А»-сталь поставляется изготовителем по механическим свойствам;

«Б»-сталь поставляется - по химическому составу ;

«В»-сталь поставляется - по механическим свойствам и частично по химическому составу.

Цифра после буквы Ст (сталь) обозначает условный порядковый номер марки (от 0 до 7). Индексы «кп» (кипящая - склонна к старению и образованию кристаллизационных трещин в шве и ЗТВ, что при отрицательных температурах приводит к хрупкому разрушению), «сп» (спокойная менее склонна к старению и меньше реагирует на термический цикл сварки) «пс» (полуспокойная- занимает промежуточное значение между кипящей и спокойной), характеризуют степень раскисления стали. Буквой Г маркируют углеродистые стали с повышенным содержанием марганца. Иногда последние цифры в марке (от 1 до 6) указывают условный номер категории качества стали.

Конструкционные углеродистые качественные стали поставляются по ГОСТ 1050-88 двух групп:

- с нормальным содержанием марганца ;
- с повышенным содержанием марганца.

Их обозначают в следующей последовательности:

- «Сталь» - пишется полное наименование материала:
- показывается двузначными цифрами среднее содержание углерода в сотых долях процента (Стали 05,09,10,15,20,25,30,45, 60 и др.);

- повышенное содержание марганца в стали показывается буквой «Г» (Сталь 15Г);

- показывается степень раскисления (Сталь 08кп). Стали 05кп, 08, 08кп, 10, 10кп, 15,20 и 25 хорошо свариваются и обрабатываются резанием. Остальные стали этой группы свариваются значительно хуже. Значительный объем сварных металлоконструкций изготавливают из низколегированной и среднелегированной стали поставляемой и маркируемой по ГОСТ 19281-89, 5781-82, 4543-71 и по специальным Техническим условиям производителей (ТУ). Буквенно-цифровая маркировка этих сталей следующая:

- первые две цифры показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента;

- буквы обозначают наименование соответствующего химического элемента (легирующий компонент);

- цифра после буквы обозначает содержание элемента в процентах;
- буква «А» в конце марки стали обозначает повышенный уровень качества стали, т.е. пониженное содержание серы и фосфора ($S < 0,035\%$).

С целью повышения уровня механических свойств большая часть низколегированной стали поставляется в улучшенном термически обработанном состоянии по ГОСТ 4543-71(20Х, 25ХСА, 42Х2ГСНМА и др.).

Группу этих сталей условно называют высокопрочные. Сюда относят конструкционные теплоустойчивые стали по ГОСТ 20072-74, 4543-71(15ХМ, 12Х1МФ, 12МХ) и др. Высокопрочные стали относят к качественным или особо-качественным. В литературе их часто называют специальными. По назначению их разделяют на коррозионностойкие высокопрочные (12Х18Н9Т и др.), теплоустойчивые (12МХ и др.), жаропрочные (15Х21Н5Т и др.), хладостойкие (16Г2АФ и др.); по структуре в состоянии поставки (ферритные (08Х13 и др.), аустенитно – ферритные (12Х21Н5Т и др.), аустенитные (10Х14Г14Н4Т и др.), мартенситные (30Х13 и др.), мартенситно-ферритные, 12Х13 и др.). Перечень конструкционных материалов, применяемых в машино-приборостроении, очень велик и подразделяется на следующие группы:

- материалы, обеспечивающие жесткость, статическую и циклическую прочность (стали);
- материалы с особыми технологическими свойствами (жаропрочные, коррозионностойкие и жаростойкие, с высокой упругой стойкостью);
- износостойкие материалы;
- малой плотностью; материалы с высокой удельной прочностью;
- материалы, устойчивые к воздействию температур (знакопеременных) и условиям эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. Объясните, для чего нужны машиностроению конструкционные стали?
2. Назовите основные требования, предъявляются к конструкционным материалам.
3. Что понимается под технологичностью материала конструкции?
4. Как влияет среда эксплуатации на механические свойства материала конструкции?
5. Объясните характеристику сталей по их химическому составу.
6. ВСтЗсп - объясните более детально характеристику этой стали.
7. Объясните маркировку высокопрочной стали 42Х2ГСНМА.
8. 10Х14Г14Н4Т - объясните назначение и маркировку этой аустенитной стали.

1.1.1 Диаграмма состояния металлических сплавов

С помощью диаграмм описывают процессы кристаллизации металлических сплавов и связанные с этим закономерности образования структур металлов. Диаграмма состояния - это графическое изображение показывающее фазовый состав сплавов в зависимости от температуры и концентрации химических элементов в условиях неизменного равновесия. Диаграмма железо – углерод, как выясняется, должна распространяться от железа до углерода (рисунок 1.1,а). Железо образует с углеродом химическое соединение – цементит (Fe_3C). Следовательно, компонентами данной диаграммы можно считать железо и цементит. Основным компонентом сплава железо-цементит является железо. В твердом состоянии железо существует в трех аллотропических полиморфных модификациях. Модификация Fe_α - объёмноцентрированного куба (ОЦК, (рисунок 1.1,б), которая устойчива при температурах ниже $911^\circ C$, а Fe_δ – выше $1392^\circ C$.

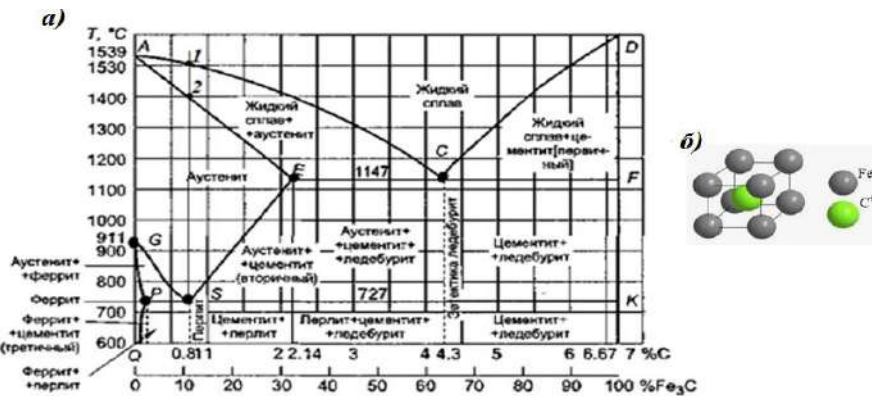


Рисунок 1.1 - Диаграмма состояния сплава железо - углерод - α_2 , элементарная ячейка кристаллической решетки внедрения ядра атома углерода в кубическую решетку железа - феррит (Fe_α) - δ

Модификация Fe_γ - гранецентрированного куба (ГЦК) существует при температурах выше $911...1392^\circ C$. Другим компонентом системы является углерод. В сплаве железо-углерод создаются как однофазные структурные образования - жидкий раствор углерода в железе, твердые растворы углерода - феррит и аустенит, химические соединения углерода с железом - цементит, так и двухфазные структурные составляющие - перлит и ледебурит. Если разделить диаграмму Fe-C на две части вертикальной линией, проходящей через точку E, то сплавы, расположенные слева от точки E при затвердевании образуют структуру твердого раствора углерода в γ -железе - аустенита. Эти сплавы называют сталями. Справа от точки E образуется эвтектика, называемая ледебуритом. Эти сплавы называют чугунами.

Рассмотрим по вертикальной линии 1-2-S, проходящей через точку S фазовые превращения в сталях при охлаждении (содержание углерода-0.81%). От точки 1 до точки 2 (в температурном интервале) сплав будет двухфазным: жидкость+аустенит. Дальнейшее охлаждение от точки 2 до S создается устойчивое состояние аустенита, а на уровне точки S аустенит распадается с образованием ферритно-цементитной смеси с названием перлит. Само превращение называют эвтектоидным, а сталь – перлитной.

Аналогичное превращение в сталях, содержащих больше или меньше 0.81% углерода, происходят аналогичные превращения по линиям SE и SG. Исходя из изложенного стали делят на доэвтектоидные с содержанием углерода менее 0.81%, эвтектоидные $C=0.81\%$, и заэвтектоидные, $C>0.81\%$. Чугуны при этом делят на доэвтектические ($C<4.3\%$), эвтектические ($C=4.3\%$) и заэвтектические ($C>4.3\%$). Структура большинства доэвтектоидных сталей после медленного охлаждения, как видно из рис. 1.1, состоит из двух фаз это феррита и перлита. Перлитом называют эвтектоид системы железоцементит, содержащий 0.8% углерода ($P=Ц_2+Ф$). Перлит чаще всего имеет пластинчатое строение и является прочной структурной составляющей: $\sigma_B=800-900\text{МПа}$ (предел прочности стали); $\sigma_T=450\text{МПа}$ (предел текучести стали); $\delta\leq 16\%$ (относительное удлинение стали); $НВ=1800-2200\text{ед.}$ (твердость по Бринеллю). С увеличением углерода количество феррита уменьшается возрастает содержание перлита, т. е. растет количество цементита (химическое соединение $Fe+C$). Твердые частицы цементита повышают сопротивление деформации и при этом снижают пластичность стали и вязкость. Известно, что каждое прибавление углерода в перлите на 0.1% увеличивает переход металла от вязкого к хрупкому разрушению. Углерод также отрицательно влияет на технологические свойства стали: свариваемость, обрабатываемость резанием, давлением.

Учитывая многокомпонентность каждой стали, содержащей наряду с углеродом и постоянных примесей (кремний, фосфор, сера и другие) содержатся специальные добавки других элементов, чаще всего металлов. Эти добавки принято называть легирующими элементами, а стали соответственно легированными сталями. В качестве легирующих наиболее часто используют следующие элементы: $-Cr, Mn, Si, Mo, W, V, Ti, Co, Nb$. Реже используются Al, Cu, V (алюминий, медь, ванадий) и некоторые другие.

Хром в низкоуглеродистых сталях вводят как примесь в количестве до 0.3%. В низколегированных сталях возможно содержание 0.7-3.5% хрома. В легированных сталях его содержание колеблется от 12 до 18%, а в высоколегированных сталях доходит до 35%. Хром способствует образованию тугоплавких оксидов, затрудняющих процесс сварки. Марганец как примесь, содержащий в сталях, в количестве 0.8% не затрудняет процесс сварки. Он может быть и легирующим элементом. При сварке среднемарганцовистых (1.8-2.5%Mn) сталей возможно появление закалочных структур ЗТВ (зона термического влияния) шва и, следовательно, трещин.

Кремний, как примесь, содержится в стали в количестве до 0.3%, в качестве раскислителя. В качестве легирующего элемента в количестве до 1.5% образует тугоплавкие оксиды кремния, ухудшающие свариваемость.

Молибден в сталях ограничивается до 0.8%. При таком содержании он положительно влияет на прочностные показатели сталей и измельчает структуру, Однако, при сварке он выгорает, что способствует образованию трещин в наплавленном металле.

Ванадий в легированных сталях содержится в пределах 0.2-0.8%. Он повышает вязкость и пластичность стали, улучшает ее структуру,

способствует повышению прокаливаемости.

Титан и ниобий в коррозионностойкие и жаропрочные стали вводят в количестве до 1%. Они снижают чувствительность стали к межкристаллитной коррозии, вместе с тем ниобий в сталях 8...18% - способствует образованию горячих трещин.

Сера и фосфор - вредные примеси. Повышенное содержание серы приводит к образованию горячих трещин, нарушает связь между зернами и способствует образованию трещин (красноломкость), снижает пластичность, усталостную прочность, ухудшает свариваемость. Ее содержание в сталях ограничивается в пределах 0.03..0.06%. Фосфор - вызывает хладноломкость, повышает жидко текучесть, но охрупчивает сталь. Его содержание ограничивается в пределах 0.025...0.08%.

Азот, водород и кислород присутствуют в стали как в газообразном виде (в раковинах, порах, микротрещинах и др.), так и в виде твердых растворов внедрения и хрупких неметаллических включений (оксидов Fe_2O_3 , SiO_2 , нитридов Fe_2N и др.). Неметаллические включения, располагаясь по границам зерен, снижают ударную вязкость и предел выносливости сталей. Водород, накапливаясь в микропустотах, вызывает появление пор и часто способствует образованию холодных «замедленных» трещин.

Контрольные вопросы

1. Как называются фазовые превращения, происходящие по вертикали при остывании сплава на диаграмме Fe-C (содержание углерода 0,4%- до эвтектоидная сталь, рисунок 1.1)?
2. Что означает полиморфное превращение, происходящее при остывании сплавов в твердом состоянии?
3. По каким признакам классифицируют конструкционные стали?
4. Как маркируют углеродистые качественные стали?
5. Объясните отличие стали качественной от обычного качества.
6. Объясните влияние хрома и марганца в легированной стали.
7. Объясните отличие низколегированной стали от высоколегированной.

1.1.2 Сравнительный анализ свойств чугуна

Чугун - самый распространенный литейный сплав, содержащий свыше 2% углерода, до 45% кремния, до 1.5% марганца, до 1.2% фосфора, до 0.08% серы. В зависимости от того в какой форме присутствует углерод в сплаве, различают белый, серый, высокопрочный и ковкий чугун. Белым называют чугун, в котором весь углерод находится в связанном состоянии, в виде цементита (Fe_3C). Белый чугун хрупок и трудно обрабатывается резанием. Как правило, эти чугуны перерабатываются в сталь, поэтому их называют предельными.

В сером чугуне углерод находится в свободном состоянии в виде графита, который имеет пластинчатую форму. Серые чугуны обладают хорошими литейными свойствами (жидкотекучестью и малой усадкой), хорошо обрабатываются резанием и сопротивляются изнашиванию. Их

маркируют буквами СЧ (серый чугун) и цифрой, которая обозначает предел прочности при растяжении, например, СЧ 45 имеет $\sigma_v=450$ МПа. Согласно ГОСТ 1412-85 в серых чугунах нормируют также твердость (от 143 до 298НВ) и химический состав с указанием массовой доли углерода (2.9...3.7%), кремния, марганца, серы (0.12...0.15%) и фосфора (0.2...0.3%).

Чем выше цифра в обозначении марки чугуна, тем выше предел прочности на растяжение ниже массовая доля углерода, серы и фосфора в нем. Из серого чугуна, например, из СЧ 30 изготавливают литые корпуса высокой прочности и износостойкости при давлении свыше 8 МПа: зубчатые колеса, кронштейны, корпуса насосов, дизелей и двигателей внутреннего сгорания, коленчатые и распределительные валы, поршневые кольца двигателей.

Высокопрочный чугун (ВЧ) получается присадкой в жидкий серый чугун добавок магния, церия и некоторых других модификаторов. Под влиянием модификаторов в чугуне образуется шаровидный графит, что способствует повышению его механических свойств. По структуре металлической основы высокопрочный чугун может быть ферритным или перлитным. В перлитном чугуне допускается до 20% феррита. Из высокопрочного чугуна изготавливают: кузнечнопрессовое оборудование, корпуса паровых турбин, коленчатые валы, детали в автомобилестроении и многие другие ответственные детали, работающие при высоких циклических нагрузках и в условиях изнашивания.

Принцип маркировки высокопрочных чугунов (ГОСТ 7293-85) не отличается от маркировки серых чугунов. В обозначении указан предел прочности на разрыв.

Ковкие чугуны получают из белого чугуна путем его длительного отжига (60...100 часов).

При этом цементит распадается и графит приобретает хлопьевидную форму. По сравнению с серым чугуном ковкий обладает более высокой прочностью, пластичностью и вязкостью. В зависимости от условий и режима отжига структура чугуна может иметь ферритную, перлитную или ферритно-перлитную металлическую основу. Наиболее распространен ферритный ковкий чугун (КЧ). По ГОСТ1215-79 ковкий чугун маркируют также цифрами (КЧ 30-6, КЧ 35-10, КЧ 60-3). Первые цифры указывают на предел прочности при растяжении, а последующие – на относительное удлинение. Из КЧ изготавливают детали высокой прочности, работающие в тяжелых условиях износа, способные воспринимать ударные и знакопеременные нагрузки. Недостаток ковкого чугуна - повышенная стоимость из-за продолжительного дорогостоящего отжига.

Чугун дешевле стали, отличается от стали по технологическим свойствам – лучшими литейными качествами и малой способностью к пластической деформации. По составу чугун отличается от стали большим содержанием углерода.

Контрольные вопросы

1. Объясните, какой сплав называют чугуном?
2. Какие детали изготавливают из ковкого чугуна?
3. Какие преимущества имеет чугун в сравнении со сталью?
4. Какие преимущества серого чугуна по сравнению с белым?
5. КЧ 30 – 6 - объясните маркировку этого чугуна.
5. Каково назначение ковкого чугуна.
6. Что производят из высокопрочного чугуна?

1.2. Термическая обработка стали

Термической обработкой называется технологический процесс, состоящий из нагрева и охлаждения металлических изделий с целью изменения их структуры и свойств. Термической обработке подвергают слитки, отливки полуфабрикаты, сварные соединения, детали машин, инструменты. Основными видами термической обработки являются: отжиг, закалка, отпуск и старение. Время проведения процесса состоит из времени укладки заготовок в печи, периода их нагревания, выдержки и охлаждения. Каждый этап тепловой обработки имеет свои так называемые температурные критические точки, которые принято обозначать буквой А. Пример: при обезуглероживании железа в стали путем нагревания до критической точки A_{c1} , которая соответствует процессу превращения перлита в аустенит и находится она в показателях 727 градусов, нагревание до точки A_{c2} (768⁰С) меняет структуру феррита, а температура нагрева до A_{c3} (800⁰С) полностью меняет состав цементита и феррита и превращает их в аустенит. Тут с – указывает, что идет процесс нагревания, а A_{r3} - здесь r -охлаждение.

Термическая обработка выполняется по трем направлениям:

-собственно термическая обработка (только тепловое воздействие на материал);

-термическая обработка с параллельным применением механического воздействия чаще всего давления;

-химико-термическая обработка сопровождается насыщением металла химическими веществами, которые повышают эксплуатационные свойства металла. Существует много типов химико-термической обработки: азотирование, цементация, диффузионная металлизация (алитирование, хромирование, силитирование и др.). Особенность такого вида обработки в том, что температура нагрева металла выше (500..950⁰С), время выдержки дольше (15...50 ч), а сам процесс часто проводится в специальной газовой среде.

Отжиг – термическая обработка, в результате которой металлы или сплавы приобретают структуру близкую к равновесной: отжиг вызывает разупрочнение металлов и сплавов, сопровождающийся повышением пластичности и снятием остаточных напряжений. Температура отжига зависит от состава сплава и разновидности отжига; скорость охлаждения с температуры отжига задается в пределах 30...200⁰С/час, продолжительность выдержки от 0.5 до 1.0 ч на 1.0 тн. нагреваемого металла. Отжиг может быть

первого рода или второго, полный и неполный, диффузионный, низкий, рекристаллизационный и др.

Закалка - термическая обработка, в результате которой в сплавах образуется неравновесная структура и выполняется путем ускоренного охлаждения, скорость которого зависит от состава сплава. Сталь нагревают до температуры 750...1000⁰С. В качестве закалочной среды используют воду, минеральные масла, водный 10%-й раствор NaOH, расплавленные соли, щелочи и др.. Конструкционные и инструментальные стали закалывают для упрочнения и придание высокой твердости. После закалки выполняют отпуск.

Отпуск термическая обработка, в результате которой в предварительно закаленных сплавах происходят фазовые превращения, приближающие их структуру к равновесной. Сочетание закалки с отпуском или старением предполагает получение более высокого уровня свойств (твердости, характеристики прочности, удельного электрического сопротивления и др.) по сравнению с отожженным состоянием. Существует три вида отпуска. Низкий отпуск (нагрев и выдержка при температуре 150-250⁰С) применяют для закаленных и химико-термически обработанных сталей, от которых требуется высокая твердость (HRC 58...63 где HR – твердость металла, С – нагрузка испытания в кгс.) и износостойкость. Конечная структура отпущенный мартенсит.

Средний отпуск (нагрев и выдержка при температуре 350...450⁰С) дает твердость HRC 40...50 с высокой упругостью и достаточной прочностью. Его применяют для упрочнения пружин, рессор и штампов. Высокий отпуск (500...600⁰С) дает твердость HRC 30...40, при этом резко повышает ударную вязкость. Поэтому закалка+высокий отпуск называют улучшением. Высокому отпуску подвергают среднеуглеродистые стали, которые предназначены для получения деталей машин, испытывающих в процессе эксплуатации ударные нагрузки.

Нормализация стали заключается в ее нагреве выше линии GSE (по диаграмме Fe-C) выдержке и последующем охлаждении на спокойном воздухе. Доэвтектоидные стали нагревают на 50⁰С выше точки Ас₃, а заэвтектоидные – 950-1000⁰С. Для низкоуглеродистых сталей вместо отжига рекомендуют нормализацию, так как у них практически отсутствует разница в свойствах после отжига и нормализации. При нормализации стали происходит полная фазовая перекристаллизация; последующее охлаждение на воздухе вызывает превращение аустенита в ферритоцементитную смесь, однородную, имеющую мелкозернистое строение. Поэтому нормализация является эффективным способом устранения крупнозернистой структуры, получаемой, например при литье или ковке. Нормализация средне- и высокоуглеродистой стали по сравнению с отжигом повышает прочность на 15%. Для исправления структуры легированных сталей, применяют нормализацию с высоким отпуском вместо полного отжига, что повышает производительность процесса термообработки.

Химико-термической обработкой называют технологические процессы

приводящие к диффузионному насыщению поверхностного слоя деталей различными химическими элементами. Химико-термическая обработка применяется для повышения твердости, износостойкости, сопротивлению усталости и контактной выносливости, а также для защиты металлоконструкций от электрохимической и газовой коррозии. Основными параметрами процесса являются температура нагрева ($500\dots800^{\circ}\text{C}$) и время выдержки (10-90 часов, глубина $0.5\dots1.5\text{мм}$). Различают три стадии процесса химико-термической обработки химическими элементами.

На первой стадии протекают диссоциация, которая заключается в распаде молекул и образовании активных атомов диффундирующего элемента. Например, диссоциация окиси углерода $2\text{CO}\rightarrow\text{CO}_2+\text{C}$ или аммиака $2\text{NH}_3\rightarrow3\text{H}_2+2\text{N}$.

На второй стадии они усваиваются насыщаемой поверхностью металла происходит абсорбция, то есть контактирование атомов диффундирующих элементов, в результате чего тончайший поверхностный слой насыщается диффундирующим элементом (абсорбция), возникают химические связи с атомами поверхности металла.

Третья стадия процесса - диффузия - проникновение химического элемента вглубь атомно-кристаллической решетки металла, которое сопровождается образованием твердых растворов или фазовой перекристаллизацией. Толщина диффузионного слоя зависит от температуры нагрева, продолжительности выдержки при насыщении и концентрации диффундирующего элемента на поверхности. Первая и вторая стадии химико-термической обработки протекают значительно быстрее третьей – диффузионной стадии, где формируются структура и свойства диффузионной зоны. Третья стадия определяет скорость химико-термической обработки. Наиболее распространенными видами химико-термической обработки является цементация - насыщение поверхности стальных изделий углеродом и азотирование - насыщение поверхности стальных изделий азотом; цианирование - одновременное насыщение поверхности стальных деталей азотом и углеродом.

Кроме этого в промышленности применяют также насыщение поверхности стальных деталей металлами: алюминием (алитирование), хромом (хромирование), кремнием (силитирование) и др., так называемая диффузионная металлизация. Она может осуществляться в твердой, жидкой и газообразной средах.

При диффузионной металлизации в твердых средах применяют порошкообразные смеси, состоящие из ферросплавов с добавлением хлористого аммония в количестве $0.5\dots5\%$. Жидкая диффузионная металлизация осуществляется погружением деталей в расплавленный металл (например, цинк, алюминий).

При газовом способе насыщения применяют летучие хлористые соединения металлов, образующиеся при соединении хлора с металлами при высокой температуре. Поверхностное насыщение стали металлами проводится при температуре $900\dots1200^{\circ}\text{C}$.

Контрольные вопросы

1. Объясните цель термической обработки металла.
2. Назовите параметры термической обработки металла.
3. Объясните сущность трех направлений термической обработки материала.
4. Объясните сущность процесса нормализации материала и процессы кристаллизации.
5. Объясните сущность химико-термической обработки металлов?
6. Назовите распространенные виды химико-термической обработки.

1.2.1 Оборудование и приборы для термической обработки

К основному оборудованию для термической обработки относятся печи, нагревательные установки и охлаждающие устройства. По источнику тепла печи подразделяют на электрические и топливные (газовые и редко мазутные). Чтобы избежать окисления и обезуглероживания стальных деталей при нагреве, рабочее пространство современных термических печей заполняют специальными защитными газовыми средствами или нагревательную камеру вакуумируют. Для повышения производительности при термической обработке мелких деталей машин и приборов применяют скоростной нагрев, то есть загружают детали в окончательно нагретую печь. Возникающие при нагреве временные тепловые напряжения в деталях не вызывают образования трещин и коробления. Для крупногабаритных деталей

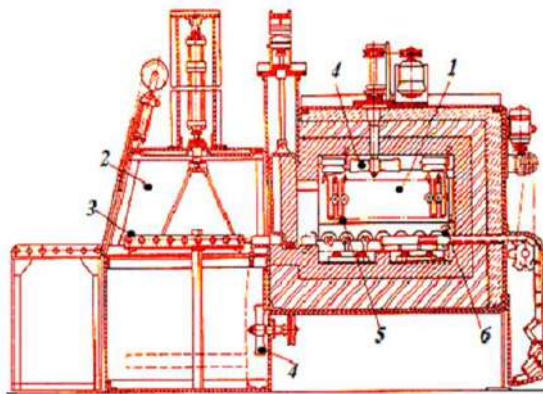


Рисунок 1.2 - Механизированная камерная электрическая печь

(прокатных валков, валов и корпусных деталей) скоростной нагрев опасен, нагрев таких деталей производят медленно (вместе с печью) или ступенчато. Иногда быстрый нагрев производят в печах-ваннах с расплавленной солью (сверла, метчики и другие мелкие инструменты). На машиностроительных заводах для термической обработки применяют механизированные печи (рисунок 1.2)

и автоматизированные агрегаты. Механизированная электропечь предназначена для закалки штампов или мелких деталей укладываемых на поддон. Нагревательную и закалочную камеру заполняют защитной атмосферой (азот, окись углерода или двуокись углерода), предохраняющие закаливаемые детали от окисления и обезуглероживания. С помощью цепного механизма 6 поддон с деталями по направляющим роликам перемещают в нагревательную камеру 1. После нагревания и выдержки тем же цепным механизмом поддон перемещают в закалочную камеру 2 и вместе со столиком 3 погружают в закалочную жидкость (масло или воду). После охлаждения столик поднимается пневмомеханизмом вверх, и поддон выгружается из печи. Детали нагреваются в результате излучения электронагревателей 5 и конвективного теплообмена. Вентиляторы 4, установленные в нагревательной камере и в закалочном баке, предназначены

для интенсификации теплообмена и равномерного нагрева и охлаждения деталей. В механизированных и автоматизированных агрегатах проводят весь цикл термической обработки деталей, например, закалку и отпуск. Такие агрегаты состоят из механизированных нагревательных печей и закалочных баков, моечных машин и транспортных устройств конвейерного типа.

Поверхностный нагрев деталей производят тогда, когда требуется получить высокую твердость наружных слоёв при сохранении мягкой сердцевины. Чаще всего закаливают наружный слой трущихся деталей машин. Наиболее совершенным способом поверхностной закалки является закалка в специальных установках с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ). Советский ученый-изобретатель Волошкевич В.Г. разработал этот способ закалки. Способ обработки основывается на явлении, при котором в металлической заготовке, помещенной в переменном магнитном поле, возникают вихревые токи, которые вызывают нагрев металла. Как правило применяют ламповые (свыше 106 Гц) или машинные, диапазон вырабатываемых частот которых составляет в пределах от 50 до 15000 Гц. Этот способ нагрева деталей очень производительен, может быть полностью автоматизирован и позволяет получать при крупносерийном производстве

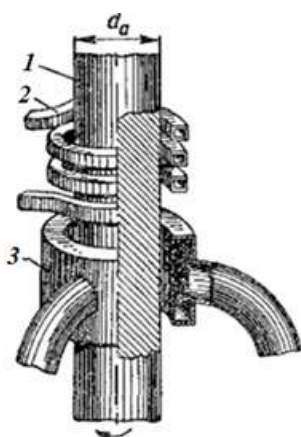


Рисунок 1.3 Схема взаимного расположения индуктора и спейнера при закалке детали: 1 - вал; 2 - индуктор; 3 - спрейер;

стабильное высокое качество закаливаемых изделий при минимальном их короблении и окислении поверхности. При увеличении частоты тока возрастает скин-эффект: плотность тока в наружных слоях детали оказывается во много раз больше, чем в сердцевине. В результате вся тепловая энергия выделяется в поверхностном слое и вызывает его разогрев. Нагрев ТВЧ детали 1 осуществляется индуктором 2. Если деталь имеет небольшую длину, то вся ее поверхность может быть одновременно нагрета до температуры закалки. Длинные детали нагревают последовательно путем перемещения их относительно неподвижного индуктора с рассчитанной скоростью.

Охлаждение при закалке с нагревом ТВЧ обычно выполняют водой, подающей через спрейер - трубку 3 (см рис.1.3) с отверстиями для разбрызгивания воды, изогнутой в кольцо и расположенную относительно детали аналогично индуктору. Нагретый в индукторе участок детали или все изделие, перемещаясь, проходит через полость спрейера, где и охлаждается. Преимущества поверхностной закалки ТВЧ, так же как и большинства способов упрочнения поверхности (химико-термической обработки поверхностного, наклепа обкатки), состоит также в том, что в поверхностных слоях деталей возникают значительные сжимающие напряжения. По сравнению с обычными методами закалки, ТВЧ позволяет повысить твердость поверхности металла на 2...4 ед. HRC (где HR – твердость металла, С – нагрузка испытания в кгс.), а для закалки зубьев шестерни не требуется нагрева всей шестерни. В настоящее время для термической

обработки некоторых деталей применяют источники высококонцентрированной энергии (электронные и лазерные лучи). Использование импульсных электронных пучков и лазерных лучей для локального нагрева поверхности деталей позволяет вести поверхностную закалку рабочих кромок инструментов и сильно изнашивающихся областей корпусных деталей. Иногда тонкий поверхностный слой доводят до оплавления и в результате быстрого охлаждения получают мелкозернистую или аморфную структуру. При закалке с использованием высококонцентрированной энергии не требуется охлаждающей среды, так как локально нагретые слои поверхности металла очень быстро остывают в результате отвода теплоты в холодную массу детали. В сварном соединении, состоящем из шва и зоны термического влияния (ЗТВ) всегда присутствуют участки металла, прошедшие под действием электрической дуги различные виды термической обработки. Здесь каждый участок получает собственную термическую обработку. Чтобы определить степень изменения механических свойств сварного соединения после затвердевания, прибегают к измерению состояния твердости и пластичности полученных зон (шов+ЗТВ) соединения. Твердость - это свойство материала сопротивляться пластической деформации. По твердости можно оценить предел прочности и пластичность всех зон сварного соединения. Твердость измеряется приборами - твердомерами. Наибольшее распространение для определения твердости металлов получили методы, основанные на вдавливании индентора в виде стального шарика (методы Бринелля и Роквелла), алмаза в форме пирамиды (метод Виккерса) или алмаза с округлой вершиной (также метод Роквелла) в испытуемый образец. С помощью нажимного рычага, встроенного в ручку 4, срабатывает пружинный механизм, который создает в металле отпечаток. Компьютер сканирует размеры контура и на мониторе высвечиваются числовые значения твердости и величина напряжения в волокнах испытуемого металла (см. рисунок 1.4). Применяемые на сегодняшний день



Рисунок 1.4 - Портативный твердомер Equotip 550 для измерения твердости по Роквеллу и Виккерсу: 1 - процессор; 2 - индентор; 3 - соединительный провод; 4 - ручка для закрепления индентора; 5 - плоская опора индентора;

методы измерения твердости можно условно разделить на статические, динамические и ультра-звуковые. В статических твердомерах время приложения нагрузки на индентор, составляет от нескольких секунд до минуты, твердость определяется по размерам полученного отпечатка. Динамическими методами твердость определяют по высоте или скорости отскока падающего бойка. Отдельно можно выделить ультразвуковые

твёрдомеры, в которых происходит статическое нагружение колеблющегося

на высокой частоте штока с индентором, а твердость измеряется по изменению частоты колебания. Существует 11 основных шкал для определения твердости по методу Роквелла (американский ученый). Наиболее часто используемые среди них – это шкалы А, В и С с испытательной нагрузкой 60, 100 и 150 кгс соответственно (HRa, HRb, HRc). Алмазный конус с углом 120° при вершине (рисунок 1.5,г, нагрузка 60,150кг) - для шкалы «А и С». Шарик (см. рисунок 1.5, а, б, с). диаметром 1/16 дюйма из карбида вольфрама (или закалённой стали, нагрузка 100кг). При

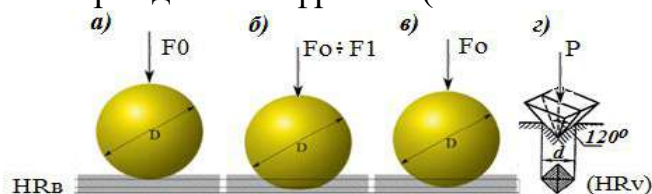


Рисунок 1.5 - Вдавливание стального шарика на разную глубину - а,б,в и алмазной в форме пирамиды - г в испытуемый образец

испытании алмазным конусом предельная глубина внедрения составляет 0,2 мм, шариком - 0,26 мм. Важно отметить, что чем твёрже материал, тем меньше будет глубина проникновения наконечника в него.

Следующим инструментом, определяющим температуру термообрабатываемого металла являются термопары. Принцип работы термопары основан на термоэлектрическом эффекте. Эффект состоит в следующем: если соединить два проводника (термоэлектрода) из разнородных металлов или сплавов соединить таким образом, чтобы они образовали замкнутую электрическую цепь, и затем поддерживать места контактов (концы спаев) при разных температурах, то в цепи будет протекать постоянный ток. Цепь, которая состоит только из двух различных проводников (термоэлектродов), называется термоэлементом или термопарой. Электродвижущая сила, вызывающая ток в цепи, называется термо-ЭДС Зеебека и в первом приближении зависит только от материала термоэлектродов и разности температур спаев. Термоэлектрод, по которому ток идет от горячего спая к холодному, считается положительным, от холодного к горячему – отрицательным. При обозначении термопары, например ТХА (термопара хромель-алюмель), на первом месте в названии указывается материал положительного электрода, на втором – отрицательного. Таким образом, зная температуру одного спая (обычно ее поддерживают постоянной, например, равной 0 °С) и измеряя ток или напряжение в цепи, можно однозначно определить неизвестную температуру другого спая. Стоит заметить, что величина термо-ЭДС составляет милливольты при разности температур в 100 К (173,15 °С) и температуре холодного спая в 0 °С (например, пара медь-константан дает 4,25мВ, платина - платинородий - 0,643 мВ). Цепь, которая состоит только из двух различных проводников (термоэлектродов), называется термоэлементом или термопарой. В процессе термообработки термопары встроенные внутри, например, закалочной печи, каждую минуту регистрируют температуру закалки, выдержку и охлаждение. Результаты температурных параметров режима закалки, например, режущего или сверлильного инструмента автоматически передаются на запись для регистрации.

Контрольные вопросы

1. Объясните какие печи используют для термообработки?
2. Объясните работу механизированной электрической печи.
3. Расскажите способ закалки Волошкевича В.Г..
4. Объясните как получают мелкозернистую или аморфную среду на поверхности детали?
5. Что понимают под твердостью металла?
6. В чем сущность эффекта Зеебека Т.
7. Как измерить термопарой температуру в печи?

1.3.Цветные металлы и сплавы для изготовления изделий

Многие цветные металлы и их сплавы обладают рядом ценных свойств: хорошей пластичностью, вязкостью, высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью и другими достоинствами. Благодаря этим качествам цветные металлы и сплавы занимают важное место среди конструкционных материалов. Из цветных металлов в чистом виде и в виде сплавов широко используются: алюминий, медь, свинец, олово, магний, цинк, титан. Цветные металлы по ряду признаков разделяют на следующие группы:

- тяжёлые металлы — медь, никель, цинк, свинец, олово;
- лёгкие металлы — алюминий, магний, титан, бериллий, кальций, стронций, барий, литий, натрий, калий, рубидий, цезий;
- благородные металлы — золото, серебро, платина, осмий, рутений, родий, палладий;
- малые металлы — кобальт, кадмий, сурьма, висмут, ртуть, мышьяк;
- тугоплавкие металлы — вольфрам, молибден, ванадий, тантал, ниобий, хром, марганец, цирконий;
- редкоземельные металлы — лантан, церий, празеодим, неодим, самарий, европий, гадолиний, тербий, иттербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, лютеций, прометий, скандий, иттрий;
- рассеянные металлы — индий, германий, таллий, рений, гафний, селен, теллур;
- радиоактивные металлы — уран, торий, протактиний, радий, актиний, нептуний, плутоний, америций, калифорний, эйнштейний, фермий, менделевий, nobелий, лоуренсий.

Чаще всего цветные металлы применяют в технике и промышленности в виде различных сплавов, что позволяет изменять их физические, механические и химические свойства в очень широких пределах. Кроме того, свойства цветных металлов изменяют путём термической обработки, нагартовки, за счёт искусственного и естественного старения и т. д

Контрольные вопросы

- 1.Какие цветные металлы используют в чистом виде?
2. Назовите группы, на которые разделяют цветные металлы;
3. К какой группе относится скандий?

1.3.1.Алюминий и его сплавы

По распространению в природе алюминий занимает третье место после кислорода и кремния и первое место среди металлов. Алюминий – металл серебристо-белого цвета характеризуется низкой прочностью 2.7г/см^3 , высокой электропроводностью, его температура плавления 660°C . Механические свойства алюминия невысокие, поэтому в чистом виде как конструкционный материал применяется ограниченно. Постоянные примеси алюминия Fe, Si, Ti, Cu, Zn. В зависимости от содержания примесей первичный алюминий подразделяют на три класса: особой чистоты А999 (0.001% примесей), высокой чистоты А995, А99, А97, А95-(0.005...0.05% примесей) и технический чистый А85, А8 (0.15...1% примесей) и др.. Технический алюминий, выпускаемый в виде деформируемого полуфабриката (листы, профили, прутки и др.), маркируют АД0 и АД1. В виду низкой прочности алюминий применяют для ненагруженных деталей и элементов конструкций. Алюминиевые сплавы подразделяются на литейные и деформированные. Большинство сплавов алюминия обладают коррозионной стойкостью и превосходят даже магниевые сплавы. Деформированные и термически неупрочненные сплавы АМц, АМг6, АМг3, АМг5В и др. обладают высокой пластичностью, штампуются и свариваются, но имеют невысокую прочность. К группе деформированных и термически упрочненных относят сплавы системы Алюминий +Медь (до 5.5%) +Магний(до0,8%)+Марганец (до0,8%)+Кремний (менее 0,8%),и др.(дуралюмины), которые маркируются буквой «Д», их упрочняют закалкой с последующим охлаждением в воде (см.Таблица1). Дуралюмины (Д1, Д16, Д18 и др.) широко применяют в авиастроении и характеризуются высокой прочностью, достаточной твердостью и вязкостью. Высокопрочные алюминиевые сплав маркируют буквой «В». Марки этих сплавов ВД1, АВД1-1, В-95-1, В-95-2 и др.

Контрольные вопросы

- 1.Из какого сплава алюминия изготавливают рамы, двери, окна?
2. Какой сваркой алюминий лучше всего сваривается?
3. Из какого сплава алюминия изготавливают резервуары и почему?
- 4.Какой сплав алюминия используют в авиастроении?

1.3.2. Медь

Медь (лат. Cuprum) – металл светло-розового или красного цвета в зависимости от чистоты и состояния поверхности. Плотность меди (удельный вес) - $8,94\text{ г/см}^3$, при 20°C удельная теплоемкость $0,092\text{ кал/(ч.}^{\circ}\text{C)}$, температура плавления 1083°C , кипения 2360°C , средний предел прочности в зависимости от вида обработки равен $220...240\text{ МПа}$, относительное удлинение более 50%, твердость - $35...130\text{ НВ}$. Медь имеет кубическую гранцентрированную пространственную решетку. Большое количество меди расходуется на получение сплавов - бронзы, латуни, а также алюминиевых и железных сплавов. Медь обладает высокой электропроводностью, теплопроводностью, прочностью, вязкостью и коррозионной стойкостью.

Контрольные вопросы

1. Назовите плотность меди?
2. Что изготавливают из меди?
3. Нарисуйте кубическую пространственную решетку меди?

1.3.3 Латунь

Латунь – сплав меди с цинком (Zn от 5 до 45%) и другими компонентами. Латунь с содержанием от 5 до 20% Zn называется красной (томпаком), с содержанием от 20 до 36% Zn – желтой, $\sigma_b=250\ldots 400$ МПа, $\delta=15\ldots 35\%$. На практике редко используют латуни, в которых концентрация цинка превышает 45%. Обычно латуни делят на:

- двухкомпонентные латуни или простые, состоящие только из меди, цинка и, в незначительных количествах, примесей;

- многокомпонентные латуни или специальные;

- кроме меди и цинка присутствуют дополнительные легирующие элементы. Деформируемые латуни маркируются по ГОСТ 15527. Маркировка простой латуни состоит из буквы «Л», указывающей тип сплава – латунь, и двузначной цифры, характеризующей среднее содержание меди. Например, марка Л80 – латунь, содержащая 80% Cu и 20% Zn. Все двухкомпонентные латуни хорошо обрабатываются давлением. Их поставляют в виде труб и трубок разной формы сечения, листов, полос, ленты, проволоки и прутков различного профиля. Латуни, содержащие кроме цинка другие легирующие компоненты, называют сложными (многокомпонентными) или специальными и именуется по вводимым, кроме цинка, легирующим компонентам. Например: железо-марганцовая латунь (ЛЖМц 59-1-1), марганец-оловянисто-свинцовая латунь ЛМцОС58-2-2-2 (Мц, Sn, Pb, по 2%) алюминиево-никель-кремнисто-марганцовая латунь (ЛАНКМц 75-2-2.5-0,5-0,5) и др. В обозначениях этих марок латуней принята буквенно-цифровая система. Порядок букв и цифр устанавливается по содержанию соответствующих элементов: сначала идет тот элемент, который больше, далее по нисходящей. Латуни в основном применяются как деформируемый, коррозионно-стойкий материал (в атмосферных условиях скорость коррозии составляет 0,0001-0,00075 мм/год.). Литейные латуни маркируются по ГОСТ 1711-30.

Контрольные вопросы

1. Назовите двухкомпонентный сплав латуни.
2. Как обрабатывают латунный прокат перед длительным хранением?
3. Назовите многокомпонентный сплав латуни.
4. Каковы особенности литейного сплава латуни?

1.3.4. Бронза

Бронзы – сплавы меди с различными элементами, где цинк не является основным. Они подобно латуням подразделяются на литейные и деформируемые. Маркировка всех бронз начинается с букв Бр, что сокращенно обозначает бронза. В литейных бронзах после Бр пишут буквы с

последующими цифрами, которые символически обозначают элементы, введенные в сплав, а последующие цифры обозначают содержание этих элементов в процентах. Остальное (до 100%) – подразумевается медь (цифру, обозначающую содержание меди, в бронзе не ставят.). Например, Бр ОЦС-5-5-5- бронза содержит олово, цинк, свинец по 5%, остальное – медь (85%). Иногда в некоторых марках литейных бронз в конце ставится буква «Л», что означает литейная. Большинство бронз обладает хорошими литейными свойствами.

Бронзы можно условно разделить на:

-оловянистые (БрО10, БрОФ10-1), главным легирующим элементом которых является олово;

-без олова (специальные), не содержащие олово (БрА7, БрА5):

-нечувствительные к перегреву, морозостойкие, немагнитные.

Введение железа (до 0,5...0,9%, БрАЖН10-4-4) способствует повышению механических свойств; дальнейшее увеличение легирования железом резко снижает коррозионную стойкость и технологичность бронзы.

Литейные бронзы содержат свыше 6% олова, обладают высокими антифрикционными свойствами и достаточной прочностью, их используют для изготовления вкладышей подшипников скольжения. Специальные бронзы включают в свой состав алюминий, никель, кремний, железо, бериллий, хром, свинец и другие элементы. Названия этих бронз определяются основными легирующими компонентами.

Кремнистые бронзы (БрКМц3-1) характеризуются высокими антифрикционными и упругими свойствами, коррозионной стойкостью. Дополнительное легирование кремнистых бронз другими элементами (цинк, марганец, никель, свинец) способствует улучшению эксплуатационных и технологических свойств бронз. Кремнистые бронзы применяют взамен оловянистых для изготовления антифрикционных деталей, пружин, мембран приборов и оборудования.

Алюминиевые бронзы (БрАЖМц10-3-1,5) обладают высокими механическими, антифрикционными и противокоррозионными свойствами. Эти бронзы нашли применение для изготовления ответственных деталей машин, работающих при интенсивном изнашивании и повышенных температурах.

Бериллиевые бронзы (БрБ2) отличаются высокими прочностными свойствами, износостойкостью и стойкостью к воздействию коррозионных сред. Они обеспечивают работоспособность изделий при повышенных температурах (до 500⁰С), хорошо обрабатываются резанием и свариваются. Бронзы этого типа используются для изготовления деталей ответственного назначения, эксплуатируемых при повышенных скоростях перемещения, нагрузках, температуре.

Сплавы меди с никелем подразделяют на конструктивные и электротехнические. Сплав куниали – (медь+никель+алюминий) содержит 1...15% Ni, 1,5...3%Al, остальное - медь. Они подвергаются термической обработке (закалка-старение). Куниали служат для изготовления деталей

повышенной прочности, пружин и ряда электромеханических изделий.

Сплавы нейзильбер (медь +6...13% Ni +20%Zn), остальное медь. Они имеют белый цвет, близкие к цвету серебра. Нейзильберы хорошо сопротивляются атмосферной коррозии. Их применяют в приборостроении и производстве часов.

Сплавы мельхиор (медь+никель и небольшие добавки железа и марганца до 1%) обладают высокой коррозионной стойкостью. Их применяют для изготовления теплообменных аппаратов, штампованных и чеканных изделий.

Сплавы копель (медь+никель 43% + марганец 0,5%; остальное - медь). Это специальный сплав с высоким удельным электросопротивлением, используемый для изготовления электронагревательных элементов.

Контрольные вопросы

1. Расшифруйте сплав Бр ОЦС-6-4-5;
2. Каковы изделия производят из алюминиевой бронзы?
3. Чем знаменит сплав куниали?
4. Какой сплав бронзы используют в часах?
5. Назовите сплав бронзы «молочный цвет»;

1.3.5. Олово и его сплав

Олово (лат. Stannum) – тяжелый металл, с плотностью - 7,29 г/см³, температурой плавления - 231,9⁰С и твердостью чистого олова (по Бринеллю) 3.9. В чистом виде для полупроводниковой промышленности олово получают методом зонной плавки 99.99% Sn. Одна треть олова используется для изготовления припоев. Сплавы олова производят в основном со свинцом в разных пропорциях в зависимости от назначения. Сплав, содержащий 62%Sn и 38%Pb, называется эвтектическим и имеет самую низкую температуру плавления среди сплавов системы Sn - Pb. Он входит в составы, используемые в электронике и электротехнике. Другие свинцово-оловянные сплавы, например 30% Sn + 70% Pb, имеющие широкую область затвердевания, используются для пайки трубопроводов и как присадочный материал. Сплавы олова с сурьмой и медью используются как антифрикционные сплавы (баббиты, бронзы) в технологии подшипников для различных механизмов. Сплаваясь, олово взаимодействует с кальцием, магнием, цирконием, титаном, многими редкоземельными элементами. Образующиеся при этом соединения отличаются довольно большой тугоплавкостью. Так, станнит циркония Zr₃Sn₂ плавится лишь при 1985⁰С. Современные оловянно-свинцовые сплавы содержат 90-97% Sn и небольшие добавки меди и сурьмы для увеличения твердости и прочности. Олово образует различные химические соединения, многие из которых находят важное промышленное применение. Оксид олова SnO, черные кристаллы. На воздухе выше 400⁰С окисляется, не растворим в воде. Огромное количество оловоорганических соединений расходуется в качестве стабилизаторов поливинилхлорида. Однофазные и двухфазные бронзы превосходят латуни в

прочности и сопротивлении коррозии (особенно в морской воде).

Контрольные вопросы

1. Что называют сплавом баббит и где его применяют?
2. Как называют сплав Zr_3Sn_2 и чем он отличается от других сплавов олова?
3. Что такое «черный пигмент» и его назначение?
4. На что расходуют 50% мирового запаса олова?
5. Объясните консервацию поливинилхлорида.

1.3.6. Титан и его сплавы

Титан – серебристо-белый легкий металл с плотностью $4,51 \text{ г/см}^3$. По внешнему виду похож на сталь. Температура плавления титана зависит от степени чистоты и находится в пределах $1668\text{-}1680 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость, НВ 130 - 150. Титан имеет низкую теплопроводность, в 13 раз меньше алюминия. При нормальной температуре обладает высокой коррозионной стойкостью в атмосфере, в воде, в органических и неорганических кислотах (не стоек в плавиковой, крепких серной и азотной кислотах), благодаря тому, что на воздухе быстро покрывается защитной пленкой плотных оксидов. При температуре 882°C титан претерпевает полиморфное превращение; титан с гексагональной решеткой переходит в титан с объемно - центрированной кубической решеткой. Наличие полиморфизма у титана создает предпосылки для улучшения свойств титановых сплавов с помощью термической обработки. При нагреве выше 500°C становится очень активным элементом. Он либо растворяет почти все соприкасающиеся с ним вещества, либо образует с ними химические соединения. По способу производства деталей различаются деформируемые (ВТ 9, ВТ 18) и литейные (ВТ 21Л, ВТ 31Л) сплавы. Механическая прочность титана примерно вдвое больше, чем у чистого железа, и почти в шесть раз выше, чем у алюминия. С углеродом титан образует тугоплавкие карбиды, обладающие высокой твердостью. Наиболее распространенными марками титана являются ВТ1-0, ВТ1-00, ВТ1-00св. Титан указанных марок называется техническим. Данные марки не содержат в своем составе легирующие элементы, только незначительное количество примесей. Содержание Ti в марке ВТ1-0 составляет приблизительно $99,24\text{...}99,7\%$, в ВТ1-00- $99,58\text{...}99,9\%$, ВТ1-00св - $99,39\text{...}99,9\%$. ВТ1-0, ВТ1-00 поставляется в виде листов, плит, прутков и труб. Проволока чаще всего используется для различных сварочных целей и производится из марки ВТ1-00 св. Сплав титана ВТ5-1 помимо 5% алюминия содержит 2-3% олова. Олово улучшает его технологические свойства. Титановый сплав ВТ20 разрабатывали как более прочный листовый материал по сравнению с ВТ5-1. Упрочнение марки ВТ20 обусловлено ее легированием, помимо алюминия, цирконием и небольшими количествами молибдена и ванадия. Технологическая пластичность сплава ВТ20 невысока из-за большого содержания алюминия, однако, он отличается высокой жаропрочностью. Данный материал хорошо сваривается, прочность сварного соединения равна прочности основного металла. Сплав предназначен для

изготовления изделий, работающих длительное время при температурах до 500 °С.

Контрольные вопросы

1. Что происходит с титаном при 882⁰С?
2. Чем знаменит сплав марки ВТ20?
3. Назовите применение сплава титана для компрессоров и насосов, емкостей, в судостроении;

1.3.7 Свинец и его сплавы

Свинец (от лат. Plumbum, обозначается символом **Pb**). Плотность свинца 11,342г/см³ (при 20⁰С). Свинец очень легко куется и прокатывается. Уже при давлении 2 т/см² свинцовая стружка спрессовывается в сплошную монолитную массу. Свинец - очень пластичный металл и широко применяемый в промышленности как в чистом виде, так и в виде сплавов с другими компонентами. Основные свинцовые сплавы – подшипниковые (баббиты), деформируемые (для кабельных оболочек), типографские сплавы и припой. Свинцовые баббиты содержат, кроме основной составляющей - свинца, натрий, кальций и другие элементы. Свинцовые натрий-кальциевые баббиты обладают хорошими механическими антифрикционными свойствами. Деформируемые свинцовые сплавы имеют в своем составе в качестве добавок олово, медь, теллур и сурьму. Сурьма повышает твердость и прочность сплавов.

Контрольные вопросы

1. Чем обладают натрокальциевые баббиты?
2. Каково содержание свинцовых баббитов?
3. Чем отличаются деформируемые свинцовые сплавы от обычных?

1.3.8. Марганец и его сплавы

Марганец - обозначается символом Mn (лат. Manganum, мánганум, составе формул по-русски читается как марганец, например, KMnO₄ - калий марганец о четыре). Простое вещество марганец — металл серебристо-белого цвета. Наряду с железом и его сплавами относится к чёрным металлам. Марганец образует следующие оксиды: MnO, Mn₂O₃, MnO₂, MnO₃ (не выделен в свободном состоянии) и марганцевый ангидрид Mn₂O₇. Mn₂O₇ в обычных условиях - жидкое маслянистое вещество тёмно-зелёного цвета, очень неустойчивое; в смеси с концентрированной серной кислотой воспламеняет органические вещества.

Сталь Гадфильда - сталь (11-14,5 % Mn, 0,9-1,3 % C) с высоким сопротивлением износу (стиранию) при больших давлениях или ударных нагрузках, также для неё характерна высокая пластичность. Предложена в 1882 году английским металлургом Р. Гадфильдом (англ. Robert Hadfield). Обозначение марки стали в соответствии с ГОСТ 977-88 - 110Г13Л. Сталь Гадфильда сильно наклёпывается при ударных нагрузках. Марганец в виде ферромарганца применяется для раскисления стали при её плавке, то есть для

удаления из неё кислорода. Кроме того, он связывает серу, что также улучшает свойства сталей. Введение до 12—13 % Mn в сталь (так называемая сталь Гадфильда), иногда в сочетании с другими легирующими металлами, сильно упрочняет сталь В «зеркальный чугу́н» вводится до 20 % Mn.

Контрольные вопросы

1. Назовите особенности оксида Mn_2O_7 ;
2. Что означает буква Л в стали Гадфильда?
3. Для чего марганец добавляют в сталь при плавке

1.3.9 Виды инструментальных сталей и их маркировка

Маркировка инструментальных сталей зависит от их типа – углеродистые или легированные. Если инструментальная сталь углеродистая, то ее обозначают буквой «У» и одной или двумя цифрами, показывающими среднее содержание углерода в десятых долях процента (ГОСТ 1435-99). Буква «А» в конце маркировки показывает, что сталь является высококачественной. Например, У10А – углеродистая высококачественная сталь, содержащая в среднем 1,0 % С. У легированных инструментальных сталей маркировка начинается с одной цифры, показывающей содержание углерода в десятых долях процента. Если сталь содержит около 1,0 % С и более, то цифру опускают. Буквы, указывающие на легирующие элементы, и цифры, показывающие их количественное содержание, соответствуют обозначениям для конструкционных легированных сталей. Например, сталь ХВГ – содержит 0,90 – 1,05 % Cr; 1,20 – 1,60 % W; 0,80 – 1,10 % Mn. Сталь 6ХВ2С – 0,55 – 0,65 % С; 1,0 – 1,3 % Cr; 2,2 – 2,7 % W; 0,5 – 0,8 % Si. Хромистые стали, которые идут на изготовление подшипников, маркируют буквами «ШХ» и цифрами, которые показывают содержание основного легирующего элемента (хрома) в десятых долях процента (ГОСТ 810–78). Например, сталь ШХ15 быстрорежущую сталь обозначают буквами «Р» и цифрами, показывающими содержание основного легирующего элемента – вольфрама. Во всех быстрорежущих сталях содержится около 4 % Cr и его содержание в марке стали не указывают, так же не указывают содержание углерода. Например, сталь Р6М5К5 содержит около 1 % С; 6 %W; 5 % Mo; 5 % Со.

Контрольные вопросы

1. Назовите твердые сплавы цветных металлов;
2. Расскажите содержание стали У10А.
3. Что изготавливают из стали ШХ15?
4. Расшифруйте сталь «ЭИ»
5. Назовите марку подшипниковой стали.

1.4 Виды коррозии

Корро́зия - это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического

взаимодействия с окружающей средой. Термин коррозия происходит от латинского "corrosio", что означает разъедать, разрушать. Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде. Существует несколько классификаций коррозии металлов. Так, по виду разрушений выделяют сплошную, местную и точечную коррозии. Первая поражает всю поверхность металла равномерно. При местной коррозии выделяются отдельные коррозионные пятна. А точечная коррозия указывает на начальную стадию поражения и проявляется в отдельных точках разрушений. По характеру проникновения внутрь металла можно выделить межкристаллитную (интеркристаллитную) и транскристаллитную коррозии. Первая проникает между зёрнами металла, выбирая наиболее слабые места их соединений. Вторая проходит прямо через зёрна металла. Обе опасны тем, что быстро приводят к растрескиванию металла и потере им прочности. При этом поверхность изделия может оставаться нетронутой. По способу взаимодействия металла со средой принято выделять химическую и электрохимическую коррозию металла. При химической - атомы металла связываются с атомами действующих на него окислителей, входящих в состав среды. Как правило, это происходит при взаимодействии со средой, не являющейся проводником электричества. При электрохимической коррозии катионы кристаллической решетки металла связываются с другими составляющими коррозионной среды. При этом сам окислитель заполучает высвободившиеся электроны. Подобный тип коррозии характерен для взаимодействия металлов с растворами или расплавами электролитов.

Контрольные вопросы

1. Какова причина коррождения металла?
2. Чем отличается точечная от сплошной коррозии?
3. Чем отличается химическая от электрохимической коррозии?

1.4.1 Классификация видов коррозии в зависимости от внешних воздействий на металл и защита от коррозии

Можно выделить виды коррозии металла по типу среды, воздействующей на него. Так, выделяют газовую, атмосферную, жидкостную и подземную коррозии. Однако чаще всего речь идет о смешанных типах коррозии, когда на металл воздействует сразу несколько сред. Атмосферная коррозия - наиболее распространенная и в зависимости от толщины пленки влаги на поверхности металла подразделяется на мокрую, влажную и сухую, а по агрессивности атмосферы - на коррозию, протекающую в сельской местности, в промышленных районах, в приморской зоне и в условиях специфических загрязнений атмосферы. Почвенная (подземная или грунтовая) коррозия - это разрушение металлов при контакте с грунтом. Различают непосредственно коррозию почвенную и коррозию под воздействием блуждающих и внешних электрических токов.

Существует несколько основных методов защиты металла от коррозии:

- увеличение химического состава металла с целью повышения его антикоррозийных характеристик, например, хрома в железо, марганца в магниевые сплавы, никеля в железные сплавы, меди в никелевые сплавы и т.д.;

-изоляция поверхности металла антикоррозийными материалами;

-снижение агрессивности среды, в которой производятся и эксплуатируются металлические изделия;

- наложение внешнего тока, обеспечивающего электрохимическую защиту от коррозии.

Таким образом, можно защитить металлические изделия от коррозии до начала их эксплуатации или во время нее. Самый простой из них и широко применяемый - это использование специальных металлических защитных покрытий. Так, применение анодных покрытий увеличивает до максимума отрицательный электрохимический потенциал металла, исключая возможность его коррозии. Катодное покрытие имеет менее выраженное действие и требует нанесения более толстого слоя, но при этом оно значительно увеличивает твердость и износостойкость изделия. Одним из самых популярных способов защиты металла от коррозии является нанесение неметаллических составов. Это может быть пластик, керамика, каучук, битум, полиуретан, лакокрасочные составы и многое другое. Причем последние представляют собой наиболее широкий ассортимент и могут применяться в зависимости от условий среды, в которых будет использоваться изделие. Так выделяют лакокрасочные покрытия, устойчивые к действиям воды, атмосферы, химическим растворам и т. д. Изделия, обладающие цинковой защитой, могут использоваться в различных областях промышленности и строительства.

Контрольные вопросы

1. Назовите смешанную коррозию металла.
2. Объясните почвенную коррозию металла.
3. Назовите методы защиты металла от коррозии.
4. Объясните сущность простого метода защиты от коррозии.

1.5 Виды неметаллических материалов и их применение

Неметаллические материалы – это органические, и неорганические полимерные материалы: различные виды пластических масс, композиционные материалы на неметаллической основе, каучуки и резины, клеи, герметики, лакокрасочные покрытия, а также графит, стекло, керамика.

Материалы неорганического происхождения - это керамические материалы, минеральное стекло и силикаты, материалы на основе асбеста, слюды, каолина. Материалы органического происхождения имеют наиболее широкое распространение как конструкционные материалы. Это древесные материалы, уголь, кокс, графит (непластические материалы); пластические материалы – пластмассы, волокна, лаки на основе полимерозащитных и

конденсационных смол, а также асфальтобитумные материалы; материалы на основе каучука (резина и эбонит); лаки и краски; смазочные масла. В качестве конструкционных материалов они служат важным дополнением к металлам, в некоторых случаях с успехом заменяют их, а иногда сами являются незаменимыми. Достоинством неметаллических материалов являются такие их свойства, как достаточная прочность, жесткость и эластичность при малой плотности, светопрозрачность, химическая стойкость, диэлектрические свойства, делают эти материалы часто незаменимыми. Трудоемкость при изготовлении изделий из неметаллических материалов в 5–6 раз ниже, они в 4–5 раз дешевле по сравнению с металлическими.

По составу все полимеры подразделяют на органические, элементоорганические, неорганические. Органические полимеры составляют наиболее обширную группу соединений. Если основная молекулярная цепь таких соединений образована только углеродными атомами, то они называются карбоцепными полимерами. Органическими полимерами являются смолы и каучуки. Элементоорганические соединения содержат в составе основной цепи неорганические атомы (Si-кремний, Ti-титан, Al-алюминий), сочетающиеся с органическими радикалами (СН₃-этан, С₆Н₈-циклогексадиен, СН₂-метил бутадиен). Эти радикалы придают материалу прочность и эластичность, а неорганические атомы сообщают повышенную теплостойкость. В природе таких соединений не встречается. Представителями их являются кремнийорганические соединения. К неорганическим полимерам относятся силикатные стекла, керамика, слюда, асбест. В составе этих соединений углеродного скелета нет. Основу неорганических материалов составляют оксиды кремния, алюминия, магния, кальция и др. Неорганические полимеры отличаются более высокой плотностью, высокой длительной теплостойкостью. Однако стекла и керамика хрупкие, плохо переносят динамические нагрузки. К неорганическим полимерам относится также графит, представляющий собой карбоцепной полимер. Неметаллические материалы используются как конструкционные для изготовления из них полностью деталей и изделий (причем в ряде случаев с успехом могут заменять как черные, так и цветные металлы), в сочетании с металлическими деталями (например, в автомобильных покрывках), или как средство защиты от коррозии.

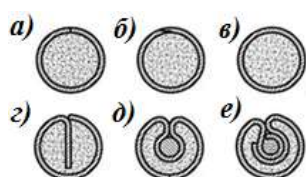
Пластическими массами (пластмассами) называют обширную группу конструкционных материалов, основу которых составляют связующие - искусственные (синтетические) или природные высокомолекулярные соединения. К искусственным относятся продукты полимеризации (винилпласты, стиропласты, акрипласты) и поликонденсации (фенопласты, аминокпласты, силипласты). К природным относятся продукты обработки природных полимеров (целлопласты, например целлулоид), а также асфальты и пеки (битумопласты). Преимущественное применение имеют искусственные полимеры. Пластмассы с волокнистыми наполнителями (волокниты) находят широкое применение в производстве деталей,

требующих высокой прочности (например, для сильно нагруженных корпусов приборов) и стойкости на удар, деталей с фрикционными свойствами (например, тормозных колодок) при асбестовом наполнителе. Пластмассы с листовыми наполнителями (слоистые пластмассы), содержащие бумагу, называют гетинаксом, с тканью - текстолитом, с древесным шпоном - лигнофолем и дельтадревесиной. Полиэтилен отличается рядом ценных свойств: отличной гибкостью, высокой стойкостью к действию концентрированных кислот и щелочей, высокой электрической прочностью. Применяется для деталей аппаратов в химической промышленности в виде прессованных и литых труб, вентилях, кранов; для изоляции электропроводов и кабелей, для деталей высокочастотных устройств радиоаппаратуры. Резиновые изделия получают путем вулканизации (нагрев до 140⁰С) каучука (эластичная основа) с серой и другими веществами-наполнителями (сажа, мел, каолин), смягчителями (смолы, углеводороды) и пр.

Контрольные вопросы

1. Назовте неметаллические материалы.
2. Объясните достоинства неметаллических материалов.
3. Объясните ценность полиэтилена.
4. Из чего состоит текстолит?

1.5.1 Получение изделий порошковой металлургией



a - трубчатая; *б* - трубчатая с перекрытием; *в* - трубчатая бесшовная; *г* - с одной загнутой кромкой; *д* - комбинированная с металлическим сердечником; *е* - двухслойная;

Рисунок 1.9 - Сварочная порошковая проволока:

Металлокерамика - соединение порошков металлических с керамическими. Металлокерамики объединяют важные конструкционные и эксплуатационные свойства металлов и неметаллов. Они отличаются большой прочностью, высокими износо- и тепло-стойкостью, антикоррозионными свойствами. Применяются в качестве антифрикционных или защитных покрытий деталей и самостоятельных конструкционных материалов в авиастроении, автомобилестроении, транспортном и химическом машиностроении, электроприборостроении, трубостроении и других отраслях промышленности.

Порошковая металлургия — технология получения металлических порошков для изготовления изделий из них (или их композиций с неметаллическими порошками). В общем виде технологический процесс порошковой металлургии состоит из четырёх основных этапов: производство порошков, смешивание порошков, уплотнение (прессование, брикетирование) и спекание. При изготовлении сложных изделий по обычной технологии (ковка) коэффициент использования металла не превышает 0,3–0,4,(30...40%), а по методу порошковой металлургии - он будет близок к 0,95,(95%). В 1990 г. НПО "Тулачермет" совместно с ПО "Тульский патронный завод" начали работы по созданию первых образцов

отечественных трайб аппаратов и оборудования изготовления порошковой проволоки ПП для сварки (рисунок 1.9). Конструктивно порошковая проволока (англ. "cored wire" "проволока с сердечником") состоит из протяжённой цилиндрической оболочки заполненной внутри порошком из минералов. Способами порошковой металлургии изготавливают инструмент из минералокерамики, например из «кермета» (2...10 % молибдена или хрома, остальное - оксид алюминия). При производстве изделий из керамических композиционных материалов применяют горячее прессование. Прессование с последующим спеканием и шликерным формованием. Металлическая фаза металлокерамических материалов может содержать Cr, Ni, Al, Fe, Co, Ti, Zr и их сплавы. К керамической фазе относят оксиды (Al₂O₃, Cr₂O₃, SiO, SiO₂, ZrO₂), карбиды (SiC, Cr₃C₂, TiC, WC), бориды (Cr₂B₂, TiB₂, ZrB₂), силициды (MoSi), нитриды (TiN) и углерод (алмаз, графит). Содержание керамической составляющей в металлокерамике в зависимости от её типа изменяется в широких пределах от 15 до 85% (по объёму). Металлокерамическими эти сплавы называются потому, что состоят из металлов, а метод их изготовления напоминает технологию получения керамических (глиняных, фарфоровых и огнеупорных) изделий. Основную массу изделий из твердых сплавов выпускают в виде пластинок для оснащения рабочей части металлорежущего инструмента (резцов, сверл, фрез, разверток) путем напайки или механического крепления к державке.

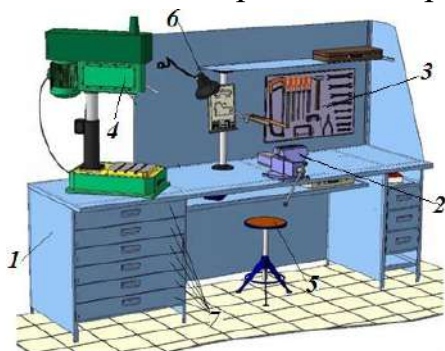
Контрольные вопросы

1. Объясните преимущества изделий из порошковых материалов.
2. Что даёт горячее прессование порошков?
3. Какие преимущества имеет трубчатая порошковая проволока?

1.6 Подготовка металла и материалов к сборке и сварке конструкций

К подготовительным операциям относятся следующие слесарные работы: очистка, разметка, резка, правка, гибка, рубка, которые заключаются в изготовлении или исправлении заготовок.

1.6.1 Организация рабочего места.



1 - верстак; 2 - тиски; 3 - стеллаж с инструментами; 4 - настольный сверлильный станок; 5 - стул; 6 - лампа; 7 - ящики с приспособлениями;

Рисунок 1.10 - Слесарный верстак с выдвижными ящиками и подъемно-поворотным стулом:

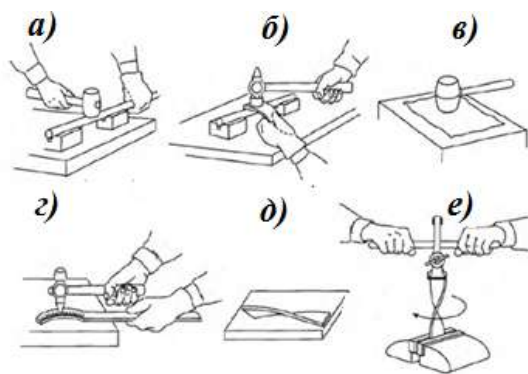
Под рабочим местом понимается определенный участок производственной площади, цеха участка, мастерской, закрепленной за данным рабочим (или бригадой рабочих), предназначенной для выполнения определенной работы и оснащенной в соответствии с характером этой работы, оборудованием, приспособлениями, инструментами и материалами (рисунок 1.10). Организация рабочего места является важнейшим звеном организации труда.

Правильный выбор и размещение оборудования, инструментов и материалов на рабочем месте создают наиболее благоприятные условия работы, при которых при наименьших затратах сил и средств труда обеспечиваются безопасные условия работы, достигается высокая производительность и высокое качество продукции. Основным оборудованием рабочего места слесаря является, как правило, одноместный слесарный верстак с установленными на нем тисками и представляет собой каркас сварной конструкции из стальных или чугунных труб, стального профиля (уголка). Крышку (столешницу) верстака изготавливают из досок толщиной 50-60 мм (из твердых пород дерева). Столешницу покрывают листовым железом толщиной 1-2 мм. Кругом столешницу окантовывают бортиком, чтобы с неё не скатывались детали.

Контрольные вопросы

1. Назовите подготовительные операции, относящиеся к слесарным работам.
2. Как организуют рабочее место слесаря?
3. Что называют основным оборудованием рабочего места?

1.6.2 Ручная правка, гибка, очистка, резка металла



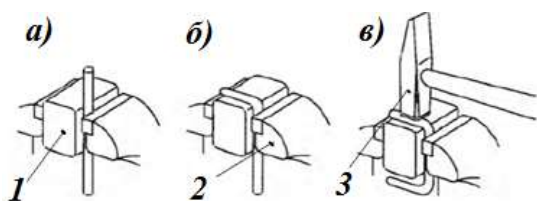
- а - правка киянкой обработанных валов;
 б - обработка вала с прокладкой;
 в - правка листа киянкой;
 г - правка полосы, изогнутой по ребру;
 д - правка полосы с двойным изгибом;
 е - правка полосы в ручных тисках;

Рисунок 1.11 - Организация рабочих мест правки металла:

Прежде, чем приступить к сварке металлических изделий, необходимо их подготовить. Непосредственно подготовка металла под сварку состоит из нескольких этапов. Вначале металл подвергается правке, затем осуществляется разметка и резка изделия, его зачистка и подогрев. На заключительной стадии производится гибка и обработка кромок. Эти процедуры необходимы для того, чтобы добиться качественного соединения элементов конструкции. Поэтому важна правильная подготовка деталей к сварке, которая позволяет улучшить свариваемость. Количество процедур, которые необходимо выполнить при подготовке деталей под сварку, может различаться в зависимости от конкретной ситуации – степени загрязненности, деформации заготовок, объема работ и прочее. Металлические заготовки при транспортировке или по иной причине могут деформироваться. В этом случае возникают сложности с их стыковкой в области сваривания, что приводит к снижению качества сварного шва. Поэтому подготовительно выполняется правка изделия (рисунок 1.11, а, б, в, г, д, е). В зависимости от размеров заготовок и сложности искривленных участков применяется холодная или горячая правка. Она выполняется вручную или специальными приспособлениями. При правке заготовок с необработанной поверхностью используют молотки с круглыми

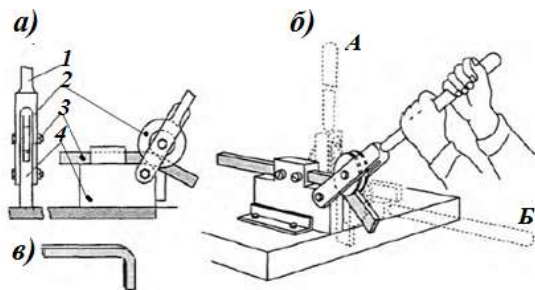
бойками массой 400 г. Круглый боек оставляет на поверхности меньшие следы, чем квадратный.

На плитах из серого чугуна (с размерами 1,5x5,0; 2,0x2,0; 1,5x3,0; 2,0x4,0м) или стали вручную правят заготовки молотком или кувалдой. При необходимости создать большее давление применяется ручной пресс. Он представляет собой винтовой аппарат с двумя плитами, между которыми укладывают детали с деформированными участками, и выправляют их под высоким давлением. Если вручную исправить деформацию невозможно, используются специальные приспособления - в частности, листопрямительные станки или прессы различных типов. Гибкой (изгибанием) называется операция, в результате которой заготовка принимает требуемую форму (конфигурацию) и размеры за счет растяжения наружных слоев металла и сжатия внутренних. Форма оправки должна соответствовать форме изгибаемой детали с учетом деформации металла.



1 - оправка; 2 - плоскопараллельные тиски; 3 - слесарный молоток с квадратным бойком массой от 500 до 1000 г, для толщин металла от 0,5 до 6 мм;

Рисунок 1.12 - Гибка стержня на оправке а, б, в - последовательными операциями:



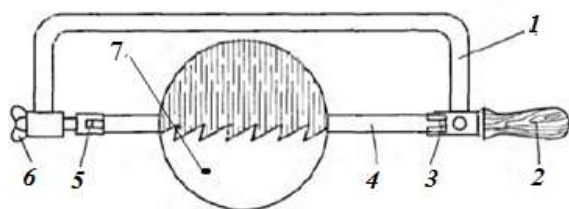
а, б - схемы применения приспособления для ручной гибки; 1 - рычаг; 2 - ролик; 3 - заготовка; 4 - оправка; в - готовый гиб рамки; А, Б - верхнее и нижнее положения рычага;

Рисунок 1.13 - Приспособление для гибки рамки ножовочного станка:

Ручная гибка в тисках - сложная и трудоемкая операция, поэтому для снижения трудовых затрат и повышения качества ручной гибки используют различные приспособления (рисунок 1.12). Эти приспособления, как правило, предназначены для выполнения узкого круга операций и изготавливаются специально для них. На рисунке 1.13 показано приспособление для гибки угольника ножовочного станка. Перед началом гибки ролик 2 гибочного приспособления смазывают машинным маслом. Рычаг 1 с гибочным роликом 2 отводят в верхнее положение А. Заготовку вставляют в паз, созданное между роликом 2 и оправкой 4. Рычаг 1 перемещают в нижнее положение Б, придавая заготовке 3 заданную форму. Наиболее сложной операцией является гибка труб. Необходимость в гибке труб

возникает в процессе сборочных и ремонтных операциях. Гибку труб производят как в холодном, так и в горячем состоянии. Гибку труб в горячем состоянии выполняют после предварительного нагрева токами высокой частоты (ТВЧ), в пламенных печах или горнах, ацетилено-кислородным пламенем горелками или пламенем паяльной лампы непосредственно на месте гибки. Для предупреждения появления деформаций внутреннего просвета трубы в виде складок и сплющивания стенок гибку осуществляют с применением специальных наполнителей. Эти особенности обуславливают применение при гибке труб некоторых специфических инструментов, приспособлений и материалов. Наполнители при гибке труб выбирают в

зависимости от материала трубы, ее размеров и способа гибки. В качестве наполнителей используют: песок - при гибке труб диаметром от 10 мм и более из отожженной стали с радиусом гибки более 200 мм, если она осуществляется и в холодном, и в горячем состоянии; труб диаметром свыше 10 мм из отожженной меди и латуни при радиусе гибки до 100 мм в горячем состоянии. Гибка - весьма трудоемкая и сложная операция, поэтому предпринимаются попытки ее механизировать. Для механизации работ при гибке используют различные гибочные машины. Разрезание - это операция, связанная с разделением материалов на части с помощью, например, ножовочного полотна, ножниц и другого режущего инструмента. В зависимости от применяемого инструмента разрезание может осуществляться со снятием стружки или без снятия. Наибольшее распространение получило разрезание металлов ручными слесарными ножовками (рисунок 1.14). Ручные слесарные ножовки предназначены в



1 - станок; 2 - рукоятка; 3 - штифты; 4 - ножовочное полотно; 5 - головка ножовочного полотна; 6 - натяжной винт с гайкой крепления; 7 - заготовка;

Рисунок 1.14 - Ножовочный станок:

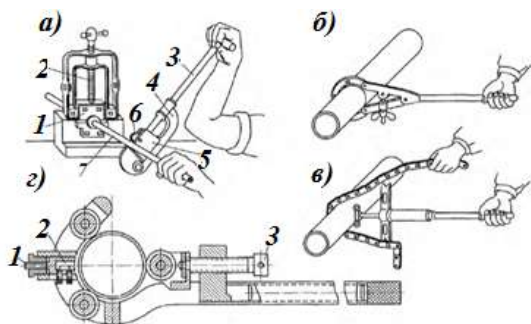


Рисунок 1.15 - Труборезы: а - роликовый: 1 - прижим; 2 - винт; 3 - винтовой рычаг; 4 - скоба; 5 - кронштейн; б - режущие ролики; 7 - труба; б - хомутовый; в - цепной: г - резцовый: 1 - нажимной винт; 2 - отрезной резец; 3 - винт;

и латуни толщиной до 1,5 мм. Труборезы (рисунок 1.15,а,б,в,г) применяют для разрезания труб различного диаметра вместо слесарной ножовки, а также для более качественного разрезания труб. Труборез представляет собой специальное приспособление, у которого режущим инструментом служат стальные дисковые резцы-ролики. Наиболее распространены роликовые, хомутовые и цепные труборезы. Роликовый труборез (рисунок 1.15,а) состоит из скобы 4, винтового рычага 3 и трех дисковых режущих роликов 6, два из которых установлены на осях в скобе 4, а третий смонтирован на оси, закрепленной в подвижном кронштейне 5. Разрезаемую трубу закрепляют в

основном для разрезания сортового и профильного проката вручную, а также для разрезания толстых листов и полос. Разрезание выполняется при помощи ножовочных полотен, которые изготавливают из углеродистой (марки Р9 или Р18) или легированной (марки Х6ВФ) инструментальной стали и после нарезания зубьев закалывают. Наиболее распространены ножовочные полотна шириной 13 и 16 мм при толщине от 0,5 до 0,8 мм и длиной 250... 300 мм. Для осуществления резания полотно устанавливают в специальном ножовочном станке. Ножовочные станки бывают двух типов: цельные и раздвижные, позволяющие устанавливать в станок ножовочное полотно разной длины. Ручными ножницами можно резать листовую сталь толщиной до 0,7 мм, кровельное железо толщиной до 1,0 мм, листы меди

прижмем 1 винтом 2, после чего труборез устанавливаем на трубу 7. При вращении винтового рычага 3 вправо кронштейн 5 переместит режущий ролик 6 до соприкосновения со стенкой трубы под некоторым нажимом. Труборез с тремя роликами режет одновременно в трех местах, поэтому при работе его слегка раскачивают при помощи рычага (примерно на одну треть оборота в каждую сторону). Для повышения качества разрезания место реза смазывают маслом. Для разрезания труб большого диаметра применяют хомутиковые или цепные труборезы (рисунок 1.15,б,в). При резании роликовыми труборезами происходит вдавливание внутрь трубы ее торца, что ведет к образованию заусенцев и необходимости дальнейшей обработки трубы для их удаления. Исключить этот недостаток позволяет резцовый труборез (рисунок 1.15,г), у которого ролики выполняют лишь функцию центрирования трубы в приспособлении, а резание производится отрезным резцом 2, который по мере врезания в трубу подается нажимным винтом 1. Нажим роликов осуществляется при помощи винта 3.

Контрольные вопросы

1. Назовите этапы подготовки металла под сварку;
2. Объясните технологию холодной и горячей гибки труб;
3. Как работает труборез, имеющий стальные резцы-ролики?
4. Почему при использовании специальных гибочных приспособлений при гибке труб не требуется применение наполнителя?
5. Почему при правке металлов рекомендуют применять молоток с круглым, а не квадратным бойком?

1.6.3 Ручная разметка металла

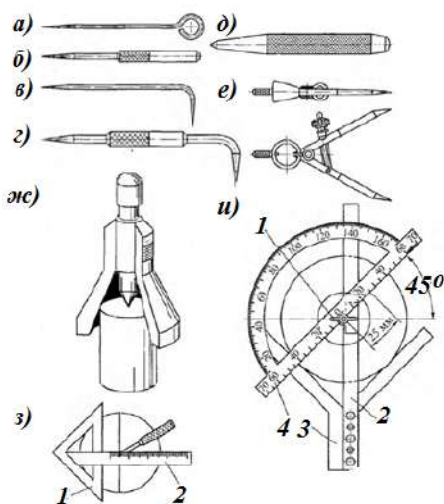


Рисунок 1.16 - Чертилки: а - односторонняя с кольцом; б - односторонняя с ручкой; в - двухсторонняя; г - двухсторонняя с ручкой; д - кернер; е - циркуль пружинный; жс - колокол; з - угольник центроискатель; 1 - угольник; 2 - линейка; и - центрискатель-транспортир; 1 - стопорный винт; 2 - линейка; 3 - угольник; 4 - транспортир

Разметка - это операция по нанесению на поверхность заготовки линий (рисунок 1.16), определяющих контуры изготавливаемой детали, являющаяся частью некоторых технологических операций. Разметка используется достаточно широко, в том числе на предприятиях массового производства. В зависимости от особенностей технологического процесса различают плоскостную и пространственную разметку. Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости.

Пространственная разметка - это нанесение рисок на поверхностях заготовки, связанных между собой взаимным расположением. В зависимости от способа

нанесения контура на поверхность заготовки применяют различные инструменты, многие из которых используются и для пространственной, и для плоскостной разметки.

Некоторые различия существуют лишь в наборе разметочных приспособлений, который значительно шире при пространственной разметке. Чертилки являются наиболее простым инструментом для нанесения контура детали на поверхность заготовки и представляют собой стержень с заостренным концом рабочей части. Чертилки изготавливают из инструментальных углеродистых сталей марок У10А и У12А в двух вариантах: односторонние (рисунок 1.16, а, б) и двусторонние (рисунок 1.16,в). Чертилки изготавливают длиной 10...120 мм. Рабочая часть чертилки закаливается на длине 20... 30 мм до твердости HRC 58...60 и затачивается под углом 15...20°. Риски на поверхность детали наносят чертилкой, используя масштабную линейку, шаблон или образец. Для нанесения дуг окружностей и деления отрезков и углов на равные части применяют разметочные циркули (рисунок 1.16,е). Разметочные циркули изготавливают в двух вариантах: простой, позволяющий фиксировать положение ножек после их установки на размер, и пружинный (рисунок 1.16,е), применяемый для более точной установки размера. Для разметки контуров ответственных деталей используют разметочный штангенциркуль. Чтобы разметочные риски были четко видны на размеченной поверхности, на них наносят точечные углубления - керны, которые наносятся специальным инструментом - кернером. Кернеры (рисунок 1.16,д) изготавливают из инструментальной стали У7А. Твердость на длине рабочей части (15...30 мм) должна быть HRC52... 57ед.

При необходимости получения центровых отверстий на торцах валов удобно пользоваться специальным приспособлением для кернения – колоколом (рисунок 1.16,ж). Это приспособление позволяет наносить керновые углубления на центрах торцевых поверхностей валов без их предварительной разметки. Для этих же целей можно использовать угольник-центроискатель (рисунок 1.16,г), состоящий из угольника 1 с прикрепленной к нему линейкой 2, кромка которой делит прямой угол пополам. Для определения центра инструмент укладывают на торец детали так, чтобы внутренние полки угольника касались ее цилиндрической поверхности и проводят чертилкой линию вдоль линейки. Затем центроискатель поворачивают на произвольный угол и проводят вторую риску. Пересечение нанесенных на торец детали линий определит положение ее центра. Довольно часто для отыскания центров на торцах цилиндрических деталей применяют центроискатель-транспорт (рисунок 1.16,и), который состоит из линейки 2, скрепленной с угольником 3. Транспорт 4 можно перемещать по линейке 2 и фиксировать в нужном положении при помощи стопорного винта 1. Транспорт накладывают на торцевую поверхность вала так, чтобы боковые полки угольника касались цилиндрической поверхности вала. Линейка при этом проходит через центр торца вала. Устанавливая транспорт в двух положениях на пересечении рисок,

определяют центр торца вала. Если требуется выполнить отверстие, расположенное на некотором расстоянии от центра вала и под определенным углом, пользуются транспортиром, перемещая его относительно линейки на заданную величину и поворачивая на необходимый угол. В точке пересечения линейки и основания транспортира накернивают центр будущего отверстия, имеющего смещение относительно оси вала. В качестве ударного инструмента при выполнении керновых углублений используют слесарный молоток, который должен иметь небольшой вес. В зависимости от того, насколько глубоко должно быть керновое углубление, применяют молотки массой от 50 до 200 г. При выполнении пространственной разметки необходимо применение ряда приспособлений, которые позволяли бы выставлять размечаемую деталь в определенном положении и кантовать (переворачивать) ее в процессе разметки. Для этих целей при пространственной разметке используют разметочные плиты, призмы, угольники, разметочные

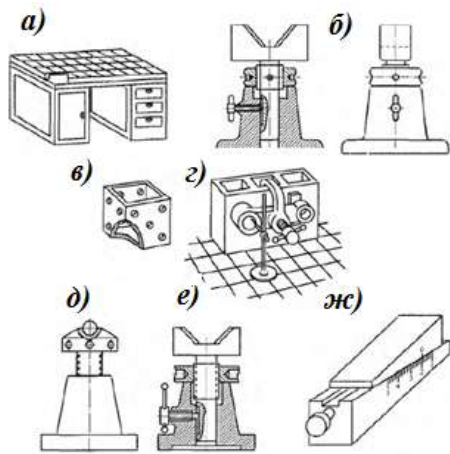


Рисунок 1.17 - Разметочные устройства: а - стол с чугунной плитой; б - призма с винтовой опорой; в - разметочный ящик - общий вид; г - пример использования; д - домкрат с шаровой и е - призматической опорой для заготовки; ж - разметочный клин

ящики, разметочные клинья, домкраты. Разметочные плиты (рисунок 1.17,а) отливают из серого чугуна, их рабочие поверхности должны быть точно обработаны. На верхней плоскости больших разметочных плит строгают продольные и поперечные канавки небольшой глубины, разделяя поверхность плиты на квадратные участки. Устанавливают разметочные плиты на специальных подставках и тумбах с ящиками для хранения разметочных инструментов и приспособлений. Разметочные плиты небольшого размера располагают на столах, Призмы разметочные (рисунок 1.17,б) изготавливают с одной и двумя призматическими выемками. По точности различают призмы нормальной и

повышенной точности. Призмы нормальной точности изготавливают из сталей марок ХГ и Х или из углеродистой инструментальной стали марки У12. Твердость рабочих поверхностей призм должна быть не менее HRC 56. Призмы повышенной точности изготавливают из серого чугуна марки СЧ15-23. При разметке ступенчатых валов применяют призмы с винтовой опорой (рисунок 1.17,б) и призмы с подвижными щечками, или регулируемые призмы. Разметочные ящики (рисунок 1.17,в,г) применяют для установки на них при разметке заготовок сложной формы. Они представляют собой пустотелый параллелепипед с выполненными на его поверхностях отверстиями для закрепления заготовок. При больших размерах разметочных ящиков с целью увеличения жесткости конструкции во внутренней их полости выполняют перегородки. Домкраты (рисунок 1.17,г,д) используют так же, как и регулируемые клинья для регулировки и выверки положения размечаемой заготовки по высоте, если деталь имеет достаточно большую

массу. Опора домкрата, на которую устанавливают размечаемую заготовку, может быть шаровой (рисунок 1.17,г) или призматической (рисунок 1.17,д). Разметочные клинья (рисунок 1.17,ж) применяют при необходимости регулирования положения размечаемой заготовки по высоте в незначительных пределах.

Для того чтобы разметочные риски были четко видны на поверхности размечаемой заготовки, эту поверхность следует окрасить, т. е. покрыть составом, цвет которого контрастен цвету материала размечаемой заготовки. Для окрашивания размечаемых поверхностей используют:

- раствор мела в воде с добавлением столярного клея, обеспечивающего надежное сцепление красящего состава с поверхностью размечаемой заготовки, и сиккатива, способствующего быстрому высыханию этого состава;

- медный купорос, представляющий собой сернокислую медь и в результате происходящих химических реакций обеспечивающей образование на поверхности заготовки тонкого и прочного слоя меди;

- быстросохнущие краски и эмали.

Контрольные вопросы

- 1.Объясните разницу между плоской и пространственной разметками.
- 2.Назовите назначение каждого разметочного инструмента (см. рисунок 1.16);
- 3.Объясните как с помощью транспортира и линейка можно разметить центр детали?
- 4.Расскажите назначение выемок в разметочных призмах;
- 5.Как обеспечить видимость разметочных рисок?

1.6.4 Рубка листового металла

Рубкой называется операция по снятию с заготовки слоя материала, а также разрубание металла (листового, полосового, профильного) на части режущими инструментами (зубилом, крейцмейсселем или канавочником при помощи молотка). Точность обработки при рубке не превышает 0,7 мм. В современном машиностроении к процессу рубки металла прибегают лишь в тех случаях, когда заготовка по тем или иным причинам не может быть обработана на металлорежущих станках. Рубкой выполняют следующие работы: удаление лишних слоев материала с поверхностей заготовок (обрубка литья, сварных швов, прорубание кромок под сварку и пр.); обрубку кромок и заусенцев на кованных и литых заготовках; разрубание на части листового материала; вырубку отверстий в листовом материале; прорубание смазочных канавок и др. Рубка производится в тисках на плите или на наковальне. Заготовки больших размеров при рубке закрепляют в ступовых тисках. Обрубка литья, сварных швов и приливов в крупных деталях осуществляется на месте. Ручная рубка весьма тяжелая и трудо-емкая операция, поэтому необходимо стремиться максимально ее механизировать. Инструменты, применяемые при рубке, относятся к режущим, они изготавливаются из углеродистых инструментальных сталей марок У7, У8, У

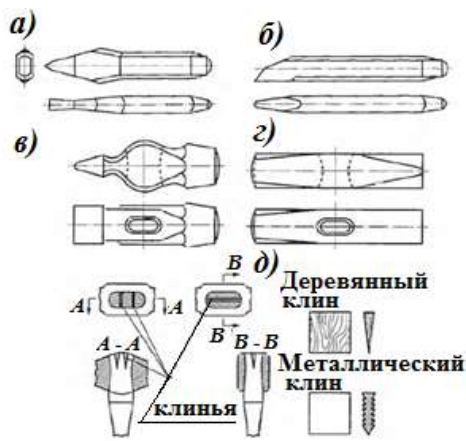
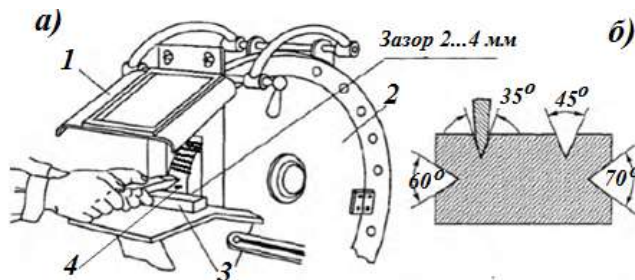


Рисунок 1.18 - Слесарные зубила и молотки:
а - крейцмейссель; *б* - канавочник; *в* - молоток с круглым бойком; *з* - молоток с квадратным бойком; *д* - способы крепления ручки молотка

8А. Твердость рабочей части режущих инструментов после термической обработки должна составлять не менее HRC53...56 ед. на длине 30 мм, а ударной части - HRC 30...35 ед. на длине 15 мм. Размеры режущих инструментов для рубки зависят от характера выполняемых работ и выбираются из стандартного ряда. В качестве ударного инструмента при рубке используют молотки различных размеров и конструкций. Слесарное зубило (рисунок 1.18,а) состоит из трех частей: рабочей, средней, ударной. Как и при любой обработке резанием, режущая часть инструмента представляет собой клин (рисунок 1.18,а,б). Действие клинообразного инструмента на обрабатываемый металл изменяется в зависимости от положения

клина и направления действия силы, приложенной к его основанию. Различают два основных вида работы клина при рубке:



1 - защитный экран; 2 - кожанка станка; 3 - подручник, чтобы рука устойчиво удерживала инструмент при заточке; 4 - шлифовальный круг
 Рисунок 1.19 - Заточной станок: *а* - узел заточного станка; *б* - шаблон для контроля узлов заточки;

- ось клина и направление действия силы, приложенной к нему, перпендикулярны к поверхности заготовки. В этом случае заготовка разрубается на части;

- ось клина и направление действия силы, приложенной к его основанию, образуют с поверхностью заготовки угол, меньший 90°. В этом случае с

заготовки снимается стружка. Плоскости, ограничивающие режущую часть инструмента, называются поверхностями клина. Поверхность, по которой сходит стружка в процессе резания, называется передней, а противоположная ей поверхность, обращенная к обрабатываемой поверхности заготовки, - задней. Их пересечение образует режущую кромку инструмента. Угол между поверхностями, образующими рабочую часть инструмента, называется углом заострения и обозначается греческой буквой $\beta=35^{\circ}...70^{\circ}$ (бета, рисунок 1.19,б). На плите или наковальне выполняют разрубание заготовок на части или вырубание по контуру заготовок из листового материала. Рубку на плите применяют в тех случаях, когда обрабатываемую заготовку невозможно или сложно закрепить в тисках. Для того чтобы придать рабочей части зубила, крейцмейселя или канавочника необходимый угол заострения, нужно произвести его заточку. Заточка режущего инструмента осуществляется на заточных станках (рисунок 1.19,а). Заточиваемый инструмент устанавливают на подручник 3 и с легким нажимом медленно перемещают его по всей

ширине шлифовального круга. В процессе заточки инструмент периодически охлаждают в воде. Заточку поверхностей режущего клина ведут поочередно - то одну сторону, то другую, что обеспечивает равномерность заточки и получение правильного угла заострения рабочей части инструмента. Шлифовальный круг в процессе работы должен быть закрыт кожухом 2. Защита глаз от попадания абразивной пыли производится с помощью специального защитного экрана 1 или защитных очков. Контроль угла заострения режущего инструмента в процессе заточки осуществляют при помощи специального шаблона (рисунок 1.19, б).

Контрольные вопросы

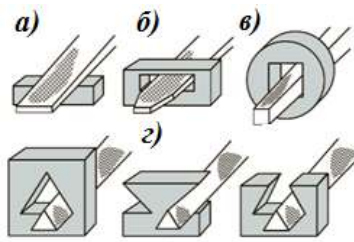
1. Назовите инструменты, с помощью которых выполняется обработка рубкой.
2. Что обрабатывается рубкой?
3. Объясните технологию рубки металла с помощью инструментов.
4. Для заточки используется станок, какие при этом движения инструментом выполняет оператор?

1.6.5 Опиливание плоскостей пластин

Опиливание - операция по удалению с заготовки слоя материала при помощи режущего инструмента: напильника, надфиля или рашпиля. Целью этой операции является придание заготовке заданных формы и размеров, а также шероховатости поверхности. В большинстве случаев опиление производится после рубки и резки металла ручной слесарной ножовкой, а также при сборочных и ремонтных работах для пригонки детали по месту. Различают черновое и чистовое опиление. Обработка напильником позволяет получить точность размеров до 0,05 мм, а в отдельных случаях и более высокую. Припуск на обработку напильником, т. е. разница между номинальным размером детали и размером заготовки для ее получения, составляет 1...1,5 мм. Инструменты для обработки опилением выбирают в зависимости от формы обрабатываемой поверхности и материала заготовки.

Напильники представляют собой стальные закаленные бруски, на поверхности которых нанесено большое количество насечек или нарезок, образующих режущие зубья. Чем меньше насечек на единицу длины напильника, тем крупнее его зубья. По типу насечки различают напильники с одинарной, двойной и рашпильной насечкой. Напильники с одинарной насечкой применяют для обработки заготовок из цветных металлов и их сплавов, а также из неметаллических материалов. Напильники с двойной насечкой применяют при обработке заготовок из черных металлов (сталь, чугун).

В зависимости от числа нарезок (насечек) на 10 мм длины рабочей части напильники подразделяют на 6 классов, имеющих номера от 0 до 5. Чем меньше номер насечки, тем крупнее зуб. Выбирают номер напильника в зависимости от требований, предъявляемых к точности геометрических размеров и шероховатости обработанной поверхности: чем выше точность обработки и ниже шероховатость обработанной поверхности, тем мельче



a, б - плоские; *в* - квадратная; *г* - трехгранная

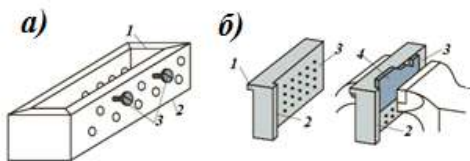
Рисунок 1.20 - Формы поперечного сечения напильников и обрабатываемых поверхностей

должны быть зубья режущей части напильника. Напильники изготавливают с разной формой поперечного сечения (рисунок 1.20), которая выбирается в зависимости от формы обрабатываемой поверхности. Для обеспечения высокого качества опилования необходимо правильно выбирать форму поперечного сечения напильника и его длину.

Длина напильника зависит от вида обработки (черновая или чистовая) и размера обрабатываемой поверхности и должна составлять:

- 100...160 мм для опилования тонких пластин и доводки;
- 250...315 мм для опилования поверхностей с длиной обработки до 100 мм;
- 315-400 мм для опилования поверхностей с длиной обработки более 100мм;
- 100-200 мм для распиливания отверстий в заготовках толщиной до 10 мм.

Надфили - специальные напильники, применяемые для обработки мелких заготовок, имеющие малую длину (80; 120 или 160 мм) и форму поперечного сечения, аналогичную форме поперечного сечения напильников. Рашпили по форме поперечного сечения могут быть плоскими



a - рамка: 1 - перегородка; 2 - рабочая пластинка; 3 - винты;
б - плоскопараллельная наметка и пример её применения:
1, 2 - буртики; 3 - рабочая поверхность; 4 - заготовка;

Рисунок 1.21 - Приспособления для опилования:

тупоконечными, плоскими остроконечными, круглыми и полукруглыми. Применяют рашпили при обработке заготовок из мягких металлов и сплавов и неметаллических материалов (баббит, свинец, дерево, каучук, резина, некоторые виды пластических масс). Для опилования применяют приспособления в тех случаях, когда возникают затруднения при закреплении заготовок, подлежащих обработке, непосредственно в тисках. Рамка (рисунок 1.21,а) применяется при обработке

заготовок небольшой толщины, которые закрепляют так, чтобы разметочная риска совпала с рабочей поверхностью рамки. Поскольку рабочая поверхность рамки закалена и имеет большую твердость, напильник по ней будет проскальзывать, при этом заготовка будет обработана точно по уровню рабочей поверхности рамки. Плоскопараллельные наметки (рисунок 1.21,б) позволяют опиловать четыре стороны заготовки из листового материала под углом 90°. Кондуктор - копировальное приспособление, обработка по которому позволяет воспроизводить требуемый контур детали с точностью до 0,05 мм. Подготовка поверхности к опилованию зависит от способа изготовления заготовки (литье, поковка, прокат) и включает в себя очистку от формовочной смеси, окалина. После подготовки поверхности приступают непосредственно к опилованию.

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение операции опиливания заготовок;
2. Какова сущность чернового и чистового опиливания деталей?
3. Почему напильники с двойной насечкой применяют для обработки черных металлов?
4. Назовите разницу между надфилем и напильником.
5. Объясните назначение рамки и кондуктора для опиливания деталей.

1.6.6 Охрана труда при работе с оборудованием

Общие требования безопасности включают следующие сведения:

1. К самостоятельной работе со слесарным инструментом допускаются лица, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку

усвоения его содержания.

2. Рабочий должен проходить:

-повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже, чем через каждые три месяца;

-внеплановый инструктаж: при изменении технологического процесса или правил по охране труда, замене или модернизации производственного оборудования, приспособлений и инструмента, изменении условий и организации труда, при нарушениях инструкций по охране труда, перерывах в работе более чем на 60 календарных дней (для работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности - 30 календарных дней);

-диспансерный медицинский осмотр согласно приказу Минздрава РК

3. Рабочий обязан:

-соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные на предприятии;

-соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции о мерах пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;

-соблюдать требования к эксплуатации оборудования;

-использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты.

4. Рабочий должен:

-уметь оказывать первую (доврачебную) помощь пострадавшему при несчастном случае;

-знать местоположение средств оказания доврачебной помощи, первичных средств пожаротушения, главных и запасных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;

-выполнять только порученную работу и не передавать ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;

-во время работы быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других, не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе;
-содержать рабочее место в чистоте и порядке.

5. Рабочий должен знать и соблюдать правила личной гигиены. Принимать пищу, курить, отдыхать только в специально отведенных для этого помещениях и местах. Пить воду только из специально предназначенных для этого установок.

6. При обнаружении неисправностей оборудования, приспособлений, инструментов и других недостатках или опасностях на рабочем месте немедленно сообщить руководителю. Приступить к работе можно только с его разрешения после устранения всех недостатков.

7. При обнаружении загорания или в случае пожара:
- отключить оборудование;
- сообщить в пожарную охрану и администрации;
- приступить к тушению пожара имеющимися в цехе первичными средствами пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности. При угрозе жизни - покинуть помещение.

8. При несчастном случае оказать пострадавшему первую (доврачебную) помощь, немедленно сообщить о случившемся мастеру или начальнику цеха, принять меры к сохранению обстановки происшествия (состояние оборудования), если это не создает опасности для окружающих.

9. За невыполнение требований безопасности, изложенных в настоящей инструкции, рабочий несет ответственность согласно действующему законодательству.

10. В соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами» бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты слесарю - инструментальщику полагается: полукombineзон хлопчатобумажный срок носки 12 месяцев.

11. Основными опасными и вредными производственными факторами при определенных обстоятельствах могут быть:

- элементы производственного оборудования;
- неисправный рабочий инструмент;
- отлетающие частицы металла;

Контрольные вопросы

- 1.Объясните порядок проведения инструктажа рабочего;
- 2.Перечислите обязанности рабочего при выполнении требований безопасности;
- 3.Какие обязанности рабочего при оказании доврачебной помощи пострадавшему?

1.6.7 Производство заготовительных операций под сборку и сварку конструкции

Сварка - технологический процесс получения неразъемного соединения частей изделия путём местного сплавления или совместного пластического

деформирования металлов этих частей по их примыкающим поверхностям в результате чего возникает прочное сцепление, основанное на межзатомном взаимодействии. Сплавление чаще всего осуществляется с добавлением присадочного металла. Сварке подвергаются не только металлы, но также пластмассы, стекло и другие материалы. Для изготовления сварных конструкций высокого качества требуется правильная сборка деталей свариваемого изделия, т.е. их правильная взаимная установка и закрепление. Процесс сборки сварного изделия состоит из ряда последовательных технологических операций. Трудоёмкость сборки деталей под сварку составляет около 30% от общей трудоёмкости изготовления изделия. Прежде всего требуется подать детали, из которых собираются изделие или сварной узел, к месту сборки. Затем необходимо установить эти детали в сборочном устройстве в определенном положении. В этом положении детали должны быть закреплены, после чего их сваривают. Подача массивных деталей к месту сборки и установка в проектное положение осуществляется универсальным или специальным подъемно-транспортным оборудованием (кранами, конвейерами, тележками и т.д.). Положение деталей во время сборки определяется установочными элементами, приспособлениями или другими смежными деталями. Детали закрепляют зажимными элементами сборочных приспособлений. Сборочное оборудование делится на сборочное и сборочно-сварочное. На сборочном оборудовании сборка заканчивается прихваткой. На сборочно-сварочном оборудовании, кроме сборки, производится полная или частичная сварка изделий, а иногда и выдержка после сварки с целью уменьшения сварочных деформаций. При этом сваривать можно как после предварительной прихватки, так и без неё.

Контрольные вопросы

1. Что подразумевается под словом сварка?
2. Назовите отличие сборочных от сборочно-сварочных операций;
3. Что входит в понятие технологического оборудования?

1.6.8 Оборудование для разделки кромок, зачистки швов и отделки сварных соединений

В процессе выполнения сварных соединений ряд операций связано с подготовительными работами перед сваркой, специальными работами непосредственно в процессе сварки и работами по отделке сварных соединений. К таким операциям относятся разделка кромок перед сваркой, зачистка дефектных мест, зачистка сварных швов и основного металла после сварки. Эти операции выполняются с использованием соответствующего оборудования. Наиболее широко применяют ручной механизированный инструмент, у которого главное движение осуществляется с помощью двигателя, а вспомогательное движение и управление инструментом вручную. По характеру главного движения различают инструменты с возвратно-поступательным и вращательным движением (шлифовальные

круги, проволочные щетки или напильники). По виду привода различают пневматический и электрический инструмент. К пневматическим механизированным инструментам относятся прямые, угловые и торцевые шлифовальные машины, зачистные пневматические машины, ручные пневматические молотки.

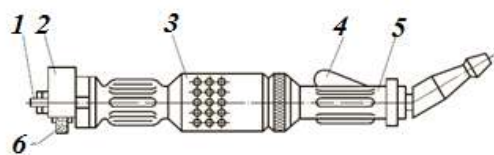


Рисунок 1.22 - Прямая ручная пневматическая шлифмашина

Прямая пневматическая шлифовальная машина, у которой ось шпинделя соосна с валом двигателя (рисунок 1.22), состоит из корпуса 3, с вмонтированным в него ротационным двигателем, рукоятки 5 с пусковым механизмом и плоского шлифовального круга 6, расположенного на шпинделе 1 и закрытого кожухом 2. Пуск машины осуществляется нажатием на курок 4 пускового механизма, при этом открывается доступ воздуха к ротационному двигателю.

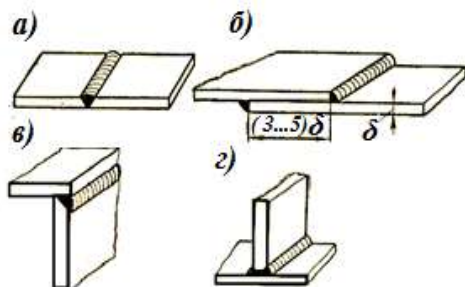
Ручной пневматический молоток применяют для зачистки швов и прилегающей к швам зоны основного металла соединяемых деталей от шлака и брызг расплавленного металла. Молоток состоит из ствола, ударника, воздухораспределительного и пускового устройств с рукояткой. Возвратно-поступательное движение ударника осуществляется при поочередной подаче воздуха в полости цилиндра по каналам воздухораспределительного устройства и ствола. Частота ударов зубила составляет 2800...3000 об/мин. Если заменить зубило на молоток, то пневмо-инструмент можно использовать для проковки швов.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы сборки деталей под сварку.
2. Чем отличается сборочное от сборочно-сварочного оборудования?
3. Каково назначение шлифовальной машинки при сборке, сварке?
4. Какие операции может выполнять ручной пневматический молоток?

1.6.9 Разновидности сварных соединений

Сварным соединением называют совокупность деталей, соединенных сварным швом. При ручной дуговой сварке применяются следующие виды соединений: стыковые, внахлестку, тавровые и угловые; в ряде случаев используются соединения прорезные, торцевые, с накладками, электрозаклепками.



а - стыковое; б - нахлесточное; в - угловое; г - тавровое

Рисунок 1.23 - Сварные соединения:

Стыковые соединения (рисунок 1.23, а) являются самыми распространенными, так как дают наименьшие собственные напряжения и деформации при сварке. Стыковые соединения в основном применяются в конструкциях из листового металла. Они требуют наименьшего расхода основного и

наплавленного металла и времени на сварку и могут быть равнопрочными основному металлу. Однако при стыковых соединениях нужна тщательная подготовка листов под сварку и достаточно точная подгонка их друг к другу. Листы толщиной 1-3 мм можно сваривать встык с отбортовкой, без зазора и без присадочного металла. При ручной дуговой сварке стальных листов толщиной 3 - 8 мм кромки можно обрезать под прямым углом к поверхности. В этом случае листы располагают с зазором 0,5-2 мм. Без скоса кромок можно соединять листы до 6 мм встык при односторонней и до 8 мм при двухсторонней сварке. Листы толщиной от 3 до 26 мм при ручной дуговой сварке соединяют встык с односторонним скосом одной или двух кромок. Этот вид подготовки кромок называется V - образным. Листы толщиной 12-40 мм и более соединяют с двухсторонним скосом кромок, называемым X-образным при скосе обеих кромок и

K-образным при скосе одной кромки. Кромки притупляют с целью предотвратить протекание металла при сварке (прожог). Зазор между кромками оставляется для облегчения провара корня шва (нижних частей кромок). Большое значение для качества сварки имеет сохранение равномерной ширины зазора по всей длине шва, т. е. соблюдение параллельности кромок. Двухсторонний скос кромок (X-образный) имеет преимущества перед односторонним (V-образным), так как при одной и той же толщине свариваемых листов объем наплавленного металла будет почти в два раза меньше, чем при одностороннем скосе кромок. Соответственно уменьшится расход электродов и электроэнергии при сварке. Кроме того, при двух-стороннем скосе кромок возникают меньшие коробления и остаточные напряжения, чем при одностороннем. Поэтому листы толщиной свыше 12 мм рекомендуется соединять с X-образным скосом кромок. Однако это не всегда осуществимо из-за конструкции и размеров изделия. При ручной дуговой сварке стали толщиной 20 - 60 мм применяют криволинейный U-образный скос одной или двух кромок с целью уменьшения объема наплавленного металла, что увеличивает производительность сварки и дает экономию электродов. При сварке встык листов неодинаковой толщины более толстый лист скашивается в большей степени.

Соединения внахлестку находят преимущественное применение при дуговой сварке строительных конструкций из стали толщиной не более 10-12 мм (рисунок 1.23,б). В отдельных случаях их применяют и при сварке листов большей толщины, причем при соединении внахлестку не требуется специальной обработки кромок, кроме обрезки. При таком соединении рекомендуется по возможности сваривать листы с обеих сторон, так как при односторонней сварке в щель между листами может попасть влага и вызвать последующее ржавление металла в сварном соединении. Сборка изделия и подготовка листов при сварке внахлестку упрощаются, однако расход основного и наплавленного металла больше, чем при сварке встык. При ролико-шовной и точечной контактной электросварке в основном применяются соединения внахлестку.

Угловые соединения (рисунок 1.23,в) применяют при сварке по

кромкам листов, расположенных под прямым или иным углом. Такие соединения выполняются преимущественно в резервуарах, работающих под незначительным внутренним давлением газа или жидкости.

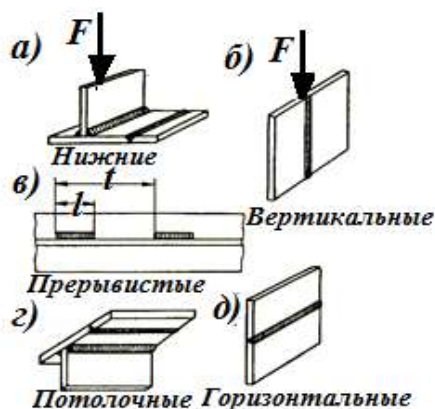
Тавровые соединения (рисунок 1.23,г) широко используются при дуговой сварке и выполняются без скоса и со скосом кромок с одной или двух сторон. При одностороннем и двухстороннем скосе кромки вертикального листа между вертикальным и горизонтальным листами оставляется зазор для лучшего провара вертикального листа на всю толщину. Односторонний скос нужен в том случае, если конструкция изделия не позволяет произвести сварку таврового соединения с обеих сторон.

Контрольные вопросы

1. Назовите сварные соединения, используемые при сварке покрытыми электродами;
2. Дайте оценку стыковым соединениям;
3. Почему соединения внахлестку рекомендуют сваривать с обеих сторон?
4. Какие преимущества имеет тавровое соединение?

1.6.10 Виды швов

Сварные швы делятся на следующие виды:



а - по положению в пространстве; *б* - по отношению к действующему усилию; *в* - по протяжённости; *г* - по объёму наплавленного металла

Рисунок 1.24 - Классификация сварных швов:

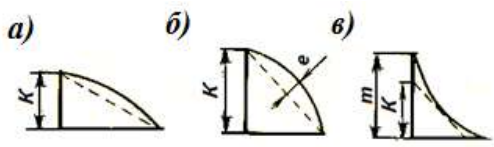
1. По положению в пространстве – нижние, горизонтальные, вертикальные и потолочные (рисунок 1.24,а). Наиболее простым является нижний шов, наиболее трудоёмким – потолочный. Потолочные швы выполняются сварщиками, специально освоившими этот вид сварки. Выполнять потолочные швы дуговой сваркой труднее, чем газовой. Сварка горизонтальных и вертикальных швов на вертикальной поверхности несколько сложнее, чем сварка нижних швов.

2. По отношению к действующим усилиям – рабочие, конструктивные (рисунок 1.24,а,б);

3. По протяженности – непрерывные и прерывистые (рисунок 1.24,а,б,г,д).

Прерывистые швы (рисунок 1.24,в) применяются в тех случаях, когда соединение не должно быть плотным, а по расчету на

плотность не требуется сплошного шва. Длина отдельных участков прерывистого шва (l) составляет от 50 до 150 мм, расстояние между участками шва обычно в 1.5 - 2.5 раза больше длины прерывистого шва; величина t называется шагом шва. Прерывистые швы применяются довольно широко, так как они обеспечивают экономию наплавленного металла, времени и стоимости сварки.



а - неравнобокий выпуклый;
 б- равнобокий выпуклый;
 в - ослабленный

Рисунок 1.25 - Угловые швы:

4. По количеству наплавленного металла шва или степени выпуклости – нормальные, выпуклые и вогнутые (рисунок 1.25а,б,в). Выпуклость зависит от типа применяемых электродов: при сварке тонкопокрытыми электродами получают швы с большой выпуклостью; при сварке электродами с толстыми покрытиями,

вследствие большей жидкотекучести их расплавленного металла обычно получаются нормальные швы. В швах с большой выпуклостью нельзя получить плавного перехода от валика к основному металлу и в этом месте образуется нечто вроде «подреза кромки», где и создается концентрация напряжений. Поэтому швы с большой выпуклостью не обеспечивают прочность сварного соединения, особенно если оно подвержено воздействию переменным нагрузкам (работа на улице $+40^{\circ}\text{C}$, летом и -40°C , зимой) и вибрациям. Швы с большой выпуклостью неэкономичны (большой расход электродов, электроэнергии и времени на сварку).

Контрольные вопросы

1. Назовите сварные соединения
2. Что означает выражение рабочие и нерабочие швы в конструкциях?
3. Почему швы с большой выпуклостью не обеспечивают прочность?
4. Когда в конструкциях используют прерывистые швы?

1.6.11 Дефекты швов

Дефекты вызванные сварочными процессами, можно разделить на открытые и закрытые. У открытых дефектов вся его поверхность доступна прямому воздействию сварочной дуги и может быть заплавлена жидким металлом в любой точке шва. Подготовка к заварке открытого дефекта сводится к зачистке или вырубке пневматическим зубилом или удалении воздушно-дуговой (или газовой) строжкой до получения металлически чистой поверхности, на которую наносят наплавленный металл отдельными валиками с перекрытием. У закрытого дефекта вся поверхность или отдельная его часть недоступна воздействию дуги и не может быть расплавлена дугой. Закрытый дефект предварительной подготовкой, например вырубкой металла, вскрывают, а затем заваривают, как открытый

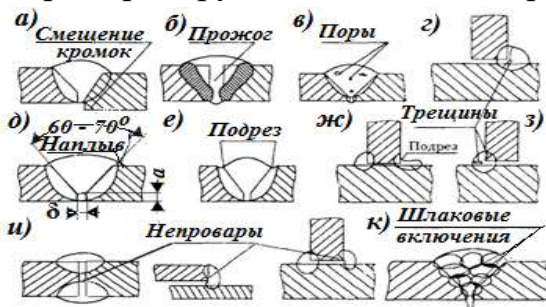


Рисунок 1.26 - Разновидности дефектов швов при сборке и сварке плавлением

участок. Заварка широко практикуется в цехах стального литья для исправления дефектов отливок. Для улучшения структуры наплавки и переходной зоны, а также снятия остаточных напряжений, возникающих в процессе сварки, ответственные отливки по окончании заварки часто подвергают отжигу. В качестве примера

соединительной сварки рассмотрим сварные стыковые швы. Особенности сварки стыкового шва и подготовки кромок под сварку определяется толщиной основного металла (см. рисунок 1.26,а-в,д-е,к). При небольшой толщине металла, до 5-6мм, кромки соединяемых листов не требуют особой подготовки и должны быть лишь обрезаны достаточно правильно, чтобы обеспечить взаимную перпендикулярность и постоянство зазора между ними на всем протяжении сварного шва. Операция сварки при этом сходна с наплавкой валика, нужно лишь обращать особое внимание на равномерность расплавления обеих кромок, для чего торцу электрода сообщается поперечное колебательное движение. Сечение шва получается со значительным усилением, составляющим 50-100% толщины основного металла. Основной трудностью сварки стыкового соединения является правильное формирование обратной стороны шва. В этом случае при отступлениях от нормального режима сварки возникают следующие дефекты. При недостаточном подводе тепла вся толщина листов не проплавляется и получается не провар сечения (см. рисунок 1.26,и). При чрезмерном подводе тепла получается сквозное проплавление металла и расплав вытекает из объема шва, образуя с обратной стороны натеки, а иногда и сквозные отверстия - прожоги. (см. рисунок 1.26,б). Идеальное сечение шва, с полным проплавлением сечения листов и отсутствием натеков с обратной стороны, получить при сварке довольно трудно. Сварщику не видна обратная сторона шва, поэтому достаточно незначительных отступлений в режиме сварки, чтобы вызвать появление не провара или натеков с обратной стороны. Опасаясь прожогов и натеков, сварщик обычно работает на режиме, вызывающем появление не провара сечения шва. Средняя величина не провара в значительной степени зависит от квалификации сварщика. У малоквалифицированного сварщика величина не провара может достигать 50 % и более от толщины листа. Не провар действует как надрез и приводит к быстрому разрушению конструкции. При изготовлении ответственных сварных изделий необходимо принимать меры, гарантирующие отсутствие не провара сечения шва. Мера борьбы с указанными дефектами остаются прежней - подварка обратной стороны или применение съемных подкладок. Кроме стыкового шва, являющегося основным видом при сварке плавлением, дуговая сварка позволяет удобно выполнять угловые швы. Кромки шва часто занимают различное пространственное положение, например, одна находится в нижнем, а другая в вертикальном положении. Это неудобство устраняется наклоном изделия так, чтобы средняя плоскость шва заняла вертикальное положение, а обе кромки шва были наклонены к горизонтальной плоскости симметрично под углом 45° . Такое так называемое положение углового шва «в лодочку» дает значительные преимущества при сварке и особенно рекомендуется в заводских условиях, где имеются специальные приспособления, позволяющие быстро поворачивать изделие и устанавливать его в необходимом положении. Полная прочность шва достигается при катете шва, равном толщине металла, и дальнейшее увеличение сечения шва считают

бесполезным. Выполнением угловых швов можно получить два важных вида сварных соединений: нахлесточное и тавровое. Для особо ответственных сварных изделий, работающих при знакопеременной и динамической нагрузках, иногда используется тавровое соединение с предварительной разделкой кромок вертикального (притыкаемого) листа.

Контрольные вопросы

1. Что называют дефектами в сварных соединениях?
2. Для чего сварщик выполняет поперечные перемещения электродом?
3. Какие преимущества имеет стыковые соединения с двухсторонней разделкой свариваемых кромок?
4. В чем особенность стыковых соединений с U – образной разделкой кромок?
5. Зачем оставляют зазор под РДС при сборке таврового соединения?
6. Почему потолочные швы самые трудоемкие в исполнении?
7. В чем преимущества при сварке тавровых соединений «в лодочку»?

1.6.12 Выполнение визуального контроля качества подготовленного к сборке и сварке металла

Перед сборкой заготовок проверяют чистоту поверхности металла, который должен быть тщательно очищен от грязи, ржавчины, окалины, масел и инородных включений. Проверяют габариты заготовок, качество разделки кромок и углы их скоса, а при сварке алюминия и его сплавов – качество очистки поверхности от пленки окислов.

Разделка кромок под сварку и зазоры между свариваемыми деталями определены:

- для ручной электродуговой сварки – ГОСТ 5264-80 и ГОСТ 11534-75;
- для автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса – ГОСТ 8713-79 и ГОСТ 11533-75;
- для дуговой сварки в защитных газах – ГОСТ 14471-79;
- для электрошлаковой сварки – ГОСТ 15164-78;
- техническими условиями на сварную конструкцию.

Узлы и детали конструкций собирают под сварку в сборочном приспособлении или на вертикальных стеллажах, универсальных плитах сварщика.

Основными контролируемыми размерами при сборке являются:

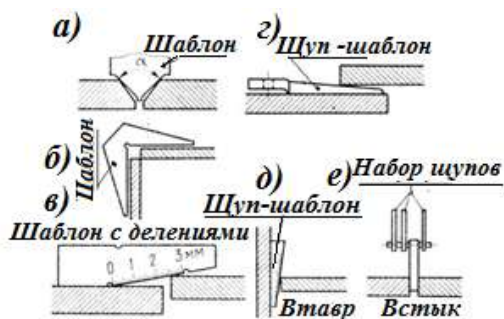
- для стыковых швов - зазор между кромками, притупление углов раскрытия шва;
- для нахлесточных соединений - ширина нахлестки и зазор между листами;
- для тавровых соединений - угол и зазор свариваемых деталей, притупление и угол скоса кромок;
- для угловых соединений - зазор между свариваемыми деталями и угол между ними.

При проектировании технологических процессов общей и узловой сборки важное место занимает технический контроль качества выпускаемых

изделий. Качество обеспечивается предупреждением и своевременным выявлением брака продукции на всех этапах производственного процесса.

При осуществлении технологического процесса качество сборки проверяется на различных его стадиях. Профилактический контроль направлен на проверку комплектующих изделий, полуфабрикатов и деталей смежных производств, на проверку сборочного оборудования и оснастки, а также на систематическую проверку правильности протекания технологического процесса сборки. Качество продукции в сборочных цехах контролируют рабочие, наладчики оборудования и мастера участков. Меньший объем работ выполняют контролеры, производя промежуточный и окончательный контроль. В маршрутной технологии указывают операции контроля и элементы контроля, включаемые в сборочные операции. При узловой и общей сборке проверяют:

- наличие необходимых деталей в собранных соединениях (осмотром);
- правильность положения сопрягаемых деталей и узлов (осмотром);



а - узел раскрытия кромок; *б* - узел проверки прямого угла; *в* - проверка смещения листов; *г* - проверка зазора между листами при сварке внахлестку; *д* - зазор при сварке втавр; *е* - зазор при сварке встык

Рисунок 1.27 - Набор инструмента для проверки качества сборки заготовок под сварку:

- зазоры в собранных сопряжениях (щупом, рисунок 1.27,б,д);
- точность взаимного положения сопряженных деталей (на радиальное и осевое биение и др., производят в контрольных приспособлениях);
- герметичность соединения в специальных приспособлениях и плотность прилегания поверхностей деталей на краску в процессе сборки;
- затяжку резьбовых соединений, плотность и качество постановки заклёпок, плотность вальцовочных и других соединений;
- размеры, заданные в сборочных чертежах;

- выполнение специальных требований (уравновешенности узлов вращения, подгонки по массе и статическому моменту);
- выполнение параметров собранных изделий и их составных частей;
- внешний вид собранных изделий (отсутствие повреждений деталей, загрязнений и других дефектов, которые могут возникнуть в процессе сборки).

Контроль некоторых параметров требует материализации геометрических представлений. Нельзя, например, непосредственно отсутствие измерить расстояние между осями двух отверстий в деталях машины, поскольку оси отверстий являются геометрическим образом, в реальности их не существует. Или невозможно измерить отклонение от плоскостности поверхности детали без материализации идеальной плоскости, проходящей через три выступающие точки контролируемой поверхности. Геометрические представления материализуют с помощью

специальных деталей или устройств. Так, чтобы измерить расстояние между осями отверстий корпусной детали, в отверстия вставляют оправки, измеряют расстояние между их образующими и делают соответствующий пересчет. Идеальную плоскость при определении отклонения от плоскостности поверхности детали воспроизводят с помощью контрольной плиты.

При проектировании операций контроля исходными данными являются точность контроля (допустимая погрешность контроля обычно не превышает 20% допуска на контролируемую величину) и его производительность. Технолог устанавливает объект, метод и средства контроля. Он дает техническое задание на конструирование специальных контрольно-измерительных инструментов и приспособлений, выбирает схему контрольного приспособления с учетом наименьшей себестоимости выполнения контрольной операции. На контрольные операции составляют инструкционные карты, в которых подробно указывают метод и последовательность контроля, используемые средства. Дефекты подготовки и сборки изделий под сварку Детали, изготавливаемые и собираемые под сварку, должны соответствовать чертежу. Неправильная подготовка и сборка деталей приводят к не проварам, нарушению формы и размеров изделий, дефектам формирования и т. д. При подготовке под сварку могут образоваться следующие дефекты: несоответствие и непостоянство угла скоса кромок и величины притупления установленным требованиям, рванины, грубые неровности и загрязнение мест, подлежащих сварке. Дефектами сборки являются: несоответствие и непостоянство величины зазора между кромками, превышения кромок, жесткое закрепление элементов. Элементы, жестко закрепленные, не могут перемещаться при усадке металла шва, вследствие чего в сварных соединениях возникают собственные напряжения, вызывающие появление трещин. Дефекты сборки могут появиться в результате несовершенства или плохого состояния сборочных или сборочно-сварочных приспособлений. При контроле качества сборки (рисунок 1.27) замеры должны быть выполнены металлическим инструментом (рулеткой, линейкой, угольником, щупами т. п.) и шаблонами.

По технологическому трубопроводу смещение кромок по наружному диаметру разнотолщинных труб не должно превышать 30% от толщины тонкостенного элемента, но не более 5 мм. Смещение кромок по внутреннему диаметру не должно превышать значений:

- $0,10 \delta$, но не более 1мм - для трубопроводов с P_u свыше 10 МПа (100 кгс/см²) и трубопроводов I категории, работающих при температуре ниже – 70°С ;

- $0,15 \delta$, но не более 1мм - для трубопроводов II - V категорий.

Если смещение кромок превышает допустимое значение, то плавный переход в месте стыка должен быть обеспечен путем проточки конца трубы под углом не более 15°. Количество прихваток для трубопроводов диаметром до 100 мм – 2 шт.; 100-600 мм. - 3-4 шт.; свыше 600мм.- через каждые 300-400 мм. Длина прихватки для трубопроводов диаметром до 600

мм. 2,0...2,5 толщины стенки, но не менее 15 и не более 60 мм.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные контролируемые размеры перед сборкой.
2. Какие документы определяют основные размеры разделок кромок.
3. Кто проверяет качество продукции в сборочных цехах?
4. Какие операции контроля сборки указываются в маршрутной технологии?
5. Что описано в инструкционных картах по контролю сборки?
6. Назовите дефекты сборки при подготовке под сварку деталей.

1.6.13 Соблюдение правил безопасного ведения работ, пожаро - и электробезопасности при сварочных работах

Нарушение техники безопасности при проведении сварочных работ нередко приводит к самым печальным последствиям – пожарам, взрывам и, как следствие, травмам, а то и гибели людей. Также при сварке возможны следующие травмы: поражение электрическим током, ожоги от шлака и капель металла, травмы механического характера. Для предотвращения всех этих положений важно неукоснительно соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Должна быть надежная изоляция всех, проводов, связанных с питанием источника тока и сварочной дуги, наличие геометрически закрытых включающих устройств, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлению подлежат: корпуса источников питания, аппаратного ящика, вспомогательное электрическое оборудование. Сечение заземляющих проводов должно быть не менее 25 мм². Подключением, отключением и ремонтом сварочного оборудования занимается только дежурный электромонтер. Сварщикам запрещается производить эти работы.

2. В сварочных источниках питания должны быть предусмотрены автоматические выключатели высокого напряжения, которые в момент холостого хода разрывают сварочную цепь.

3. Электрододержатель должен быть с хорошей изоляцией, которая гарантирует, что не будет случайного контакта токоведущих частей электрододержателя со свариваемым изделием или руками сварщика (ГОСТ 14651-69). Электрододержатель должен иметь высокую механическую прочность и выдерживать не менее 8000 циклов зажима электродов. Работа в исправной сухой спецодежде и рукавицах.

4. Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, должны снаружи закрываться простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Щитки должны быть изготовлены из изоляционного материала - фибры, фанеры и т.д. По форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 1361-69).

5. 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 сварке образуется пыль от окисления паров металла. Около факела сварочной дуги количество пыли может достигать 130 мг на 1м³ воздуха. Высокая температура дуги (6000-8000 °С) неизбежно приводит к тому, что часть сварочной проволоки, покрытий, флюсов переходит в парообразное состояние. Для уменьшения вредных примесей в зоне сварки следует применять электроды с рутиловым покрытием, дающие в 1.5...2 раза меньше пыли и в 4...5раз меньше окислов марганца, чем с основными (фтористо-кальциевыми) покрытиями. При сварке порошковой проволокой по сравнению с покрытыми электродами в 5...14 раз снижается выделение окиси марганца. При сварке в среде защитных газов наименьшее количество окислов азота образуется при сварке в СО₂. Чтобы вредные газы не попадали в зону дыхания сварщика следует применять для местной вентиляции не вытяжные зонты, распложенные над рабочим столом, а широкие боковые отсосы или малогабаритные местные отсосы с пневматическими присосами-держателями.

Для предохранения от действия лучей сварочной дуги людей, работающих по соседству, места сварки ограждаются светонепроницаемыми щитами, ширмами или кабинами из фанеры и брезента высотой 1,8м. Предельное напряжение холостого хода источника питания при сварке не должно превышать как правило 70в. Особенно опасно поражение током при сварке внутри резервуаров, где сварщик соприкасается с металлическими поверхностями, находящимися под напряжением по отношению к электрододержателю. Сварочные работы, не носящие временного характера, должны производиться в отдельных, надлежащим образом вентилируемых помещениях. Площадь помещения определяется из расчета не менее 4м² на сварочный пост, между сварочными постами должны быть свободные проходы не менее 0,8м. Площадь отдельного сварочного помещения с временными складскими местами должна быть не менее 10м². При этом площадь, свободная от оборудования и материалов, должна составлять не менее 5м² на каждый сварочный пост.

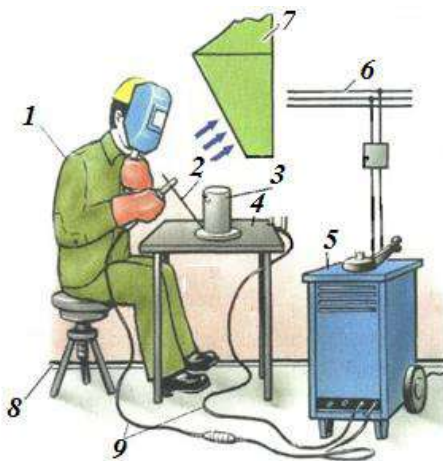
Если сварку производит ученик, то к нему должен быть прикреплен квалифицированный рабочий, наблюдающий за правильностью его действий.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к индивидуальной защите сварщика?
2. Что объясняют нормативные акты по пожарной безопасности при сварочных работах?
3. Что необходимо предусмотреть сварщику от поражения электрическим током?
4. Какие мероприятия нужно провести от поражения глаз лучами дуги?
5. Назовите нормативные данные по рабочей площади сварщика.

1.7 Организация рабочего места. Подготовка инструмента, для сварки конструкции

Правильная организация рабочего места сварщика является залогом качественной сварки и высокой производительности. Различают стационарные и нестационарные рабочие места сварщиков. На стационарных сварочных местах обычно проводятся сварные работы мелких деталей, которые легко размещаются на столе. Постоянные места предназначены для производства сварщика на промышленных предприятиях: в цехах, мастерских. Стационарное рабочее место может быть однопостовым (которое предполагает наличие рабочего места только для одного сварщика), которое питается от трансформатора, а также многопостовым, при котором в помещении предусмотрено несколько кабин, питающихся от единого источника тока. Детали могут подаваться слесарями или другими рабочими, а сам сварщик преимущественно находится в кабине. Сварочный трансформатор в указанном случае должен располагаться в отдельной комнате. Общий или индивидуальный щит должны предусматривать измерительные приборы, разные средства защиты, сигнальные лампы и рубильники, зажимы и пр. Для индивидуального места предусмотрен свой щит с измерительными приборами. Временные мобильные рабочие места используют для выполнения работ на оборудовании и установках, которые не допускается переместить к посту. Мобильное сварочное место, или нестационарное обычно предполагает сварку изделий больших размеров, которые лежат неподвижно. Сварщику в данном случае приходится перемещаться по периметру. При подготовке мобильного места нужно создать такие условия, в которых бы ничего не мешало процессу. При выполнении сварочных работ на открытом воздухе рабочее место подлежит защите от атмосферы. Для указанных целей могут применять палатки,



1 - сварщик; 2 - плавящийся покрытый электрод; 3 - свариваемые детали; 4 - сварочный стол; 5 - сварочный трансформатор; 6 - сеть электропитания; 7 - зонт местной вытяжки; 8 - шины заземления; 9 - сварочные кабели

Рисунок 1.28 - Пост ручной электродуговой сварки:

переносные тенты или навесы и пр. Планирование рабочего места сварщика должно обеспечивать ему беспрепятственный доступ к заготовкам и безопасные условия труда. Нужно, в частности, позаботиться об отсутствии легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ, а сварочные баллоны должны быть достаточно удалены от открытого пламени. Рабочее место сварщика организуется по ГОСТ 12.3.003-86. Стандартно рабочее место оснащено: сварочным аппаратом; металлической щеткой; столом и стулом сварщика; зубилом и молотком; электрододержателем; винтовым зажимом; сварочной маской (рисунок 1.28). Сварочные работы на постах выполняются только при работающей вентиляции. При работе следует

применять передвижные или стационарные воздухоотсосы. При выполнении работ на мобильных местах они огораживаются огнестойкими ширмами, щитами, а также должны быть оснащены огнетушителями и средствами пожаротушения. Проходы между сварочными агрегатами и установками должны быть не менее 1,5 м, между сварочным агрегатом и стеной – от 0,5 м, между стационарным агрегатом, стеной и колонной – от 0,5 м. Размер кабин составляет 2*2 или 2*3 метра, а высота – до 2 метров. Для улучшения вентиляции стены монтируются так, чтобы оставался зазор от пола в 25 см. Сварочные столы используются для сварки и сборки деталей. Они располагаются внутри сварочной кабины на высоте 50-60 см, если пост предполагает проведение сварки в сидячем положении, или на высоте 90 см – если работы производят стоя. Площадь стола составляет не менее квадратного метра. Требование к рабочему месту сварщика предполагает использование специальных болтов, к которым прикрепляются провода от сварочного аппарата. На столе должны располагаться гнезда для электродов. Есть еще одно требование: под ногами сварщика должен быть резиновый коврик. Вес электрододержатели не должен превышать 0,5 кг, чтобы руки сварщика не сильно уставали. При этом держатель не должен подвергаться нагреву при работе. Среди всех разновидностей зажимов наиболее оптимальными являются зажимы пассатижного типа. Выпускаются три типа электрододержателей:

- для тока до 125 А и сечения провода 25 мм;
- для тока до 315 А и провода 50 мм;
- для тока до 500 А и провода 70 мм.

В комплекте одежды сварщика должны быть куртка, рукавицы, брюки, спецобувь и пр. Среди индивидуальных средств защиты важное значение принадлежит щиткам и шлемам. Они должны соответствовать ГОСТ 12.4.035-78. Маска не может быть тяжелее 0,5 кг. При выборе маски обращают внимание на ее материал. В идеале это пластмасса, устойчивая к повышенным температурам и влажности. Такая маска не портится под воздействием брызг металла и исключает поражение работника электрическим током. Если работы выполняются в тесных и закрытых помещениях, где невозможно использовать вытяжку, то нужно использовать специальные маски, предполагающие подачу воздуха. В шлем вставляется светофильтр, который удерживается рамкой с размерами 120*60. Также не стоит забывать о следующих дополнительных инструментах, которые облегчают работу сварщика. Это:

- проволочные щетки (ручные и с электроприводом) – для удаления шлака и ржавчины;
- узкая и широкая стальная щетка для очистки кромки и швов;
- зубила, клейма и молотки – для врубки мест с дефектами, устранения брызг, установки клейма и пр.;
- молоток с заостренным концом для отбивания шлака;
- набор шаблонов для промера величины швов; брезентовые сумки или стаканы – для хранения электродов. Сварщику должны быть легкодоступны

расходные материалы: электроды, проволока, флюс и пр., чтобы у него была возможность их легкой смены в процессе работы. Правильно организованное место снижает травматизм и несчастные случаи на производстве. Когда сварка окончена, нужно отключить все электроприборы и убраться на рабочем месте. В случае поломки сварочного аппарата сварщику не стоит приступать к его ремонту при отсутствии специальных знаний и навыков.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к сварочной кабине?
2. Объясните организацию рабочего места для однопостовой сварки;
3. Какими инструментами должен обеспечиваться сварочный пост?
4. Что входит в состав комплекта одежды сварщика?
5. Объясните действия сварщик после окончания работы.

1.7.1 Классификация основных видов сварки плавлением и основные сведения о дуге

Электрическую сварку плавлением в зависимости от характера источника нагрева и расплавления свариваемых кромок можно разделить на следующие основные виды сварки:

- электрическая дуговая, где источником тепла является электрическая дуга;
- электрошлаковая сварка, где основным источником тепла является расплавленный шлак, через который протекает электрический ток;
- электронно-лучевая и лазерная, при которых нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей происходит направленным сфокусированным мощным световым лучом микрочастиц - фотонов.

При электродуговой сварке основная часть тепла необходимая для нагрева и плавления металла получается за счет дугового разряда, возникающего между свариваемым металлом и электродом. Под действием тепла дуги кромки свариваемого металла и торец плавящегося электрода расплавляются, образуя сварочную ванну. В электрической дуге газ ионизирован, благодаря чему он, сохраняя способность сжиматься, приобретает электропроводность вещества, находящегося в конденсированном состоянии. Это и есть четвертое агрегатное состояние – плазма. В целом плазма электрически нейтральна, так как сумма зарядов в любой части объема дуги равна нулю. Сварочной дугой называют

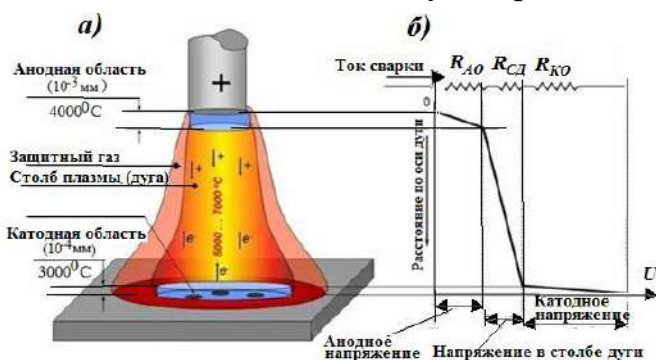


Рисунок 1.29 - Строение и свойства сварочной дуги

длительный разряд в газовой среде между находящимися под напряжением твердыми или жидкими проводниками (электродами), который является концентрированным источником тепла, используемым для плавления металла при сварке (рисунок 1.29,а). Электрические заряды в сварочной дуге

переносятся заряженными частицами – электронами, а также положительно и отрицательно заряженными ионами. Электроном называется материальная частица, обладающая отрицательным зарядом электричества. Масса электрона очень мала и составляет $9 \cdot 10^{-28}$ г. Положительным ионом называют атом или молекулу, потерявшие один электрон (однократная ионизация) или несколько электронов (многократная ионизация). Отрицательным ионом называют материальную частицу, присоединившую к себе избыточный электрон. Наименьшей массой обладает ион (протон) водорода $1.67 \cdot 10^{-24}$ г. Следовательно, масса электрона в 1840 раз меньше массы протона водорода. Процесс, при котором в газе образуются положительные и отрицательные ионы называется ионизацией, а газ ионизированным. Положительные ионы образуются из атомов всех элементов, а отрицательные – не все, а только галоиды (Br, Cl, F, J), кислород и др., обладающие сродством к электрону. Эмиссию (выделение) электронов с катода и ионизация в дуговом промежутке вызывают следующие факторы: термоэлектронная эмиссия, автоэлектронная и эмиссия в результате ударов по катоду тяжелых ионов. Термоэлектронная эмиссия заключается в способности раскаленной поверхности катода (электрода) испускать электроны. Электроны отрываются от поверхности электрода и устремляются через столб дуги к положительному полюсу (анодная область). Ушедшие из металла электроны пополняются из внешнего источника тока (сварочного источника питания). Плотность термоэлектронной эмиссии возрастает с возрастанием температуры катода. Автоэлектронная эмиссия – энергия создаваемая внешним электрическим полем сварочного источника питания дуги для вырывания электронов с поверхности катода. Эмиссия электронов создается в результате удара тяжелых положительно заряженных ионов по катоду под действием электрического поля, которые выбивают электроны с орбит. Наряду с электронной эмиссией на процесс стабильного горения дуги существенное влияние оказывает объемная ионизация в газах. Это ионизация соударения с нейтральными атомами газа, ионизация облучением (фотоионизация).

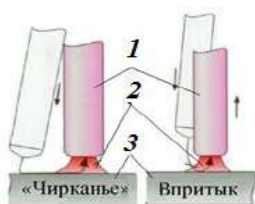
Ультрафиолетовые лучи спектра дуги вызывают ионизацию паров щелочных и щелочноземельных металлов. Ионизация нагревом (термическая ионизация) протекает при высоких температурах за счет неупругих столкновений частиц газа дуги, имеющая большую кинетическую энергию. Она вызывает заметное столкновение нейтральных частиц дуги уже при температуре 1750°C , а также заряженных с нейтральными. Введение в атмосферу дуги небольшого количества веществ с низким потенциалом ионизации обеспечивает устойчивое горение дуги. На этом эффекте основано введение в состав покрытия электрода и флюсов стабилизирующих веществ с низким потенциалом ионизации.

Контрольные вопросы

1. Что называется сварочной дугой?
2. При каких условиях горит дуга?
3. Объясните строение сварочной дуги.
4. Объясните сущность электронной эмиссии.
5. Что такое плазма?
6. Что объясняет фотоионизация сварочной дуги?

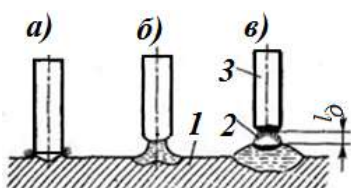
1.7.2 Процессы зажигания и образования дуги

Процесс зажигания дуги при сварке плавящимся электродом начинается с короткого замыкания электрода с основным металлом (рисунок 1.30). Из-за шероховатости поверхности электродов касание при коротком замыкании происходит отдельными выступающими участками. Под действием выделяющегося тепла мгновенно плавятся участки торца электрода, образуя жидкую перемычку между основным металлом и электродом. По мере отвода торца электрода жидкая перемычка растягивается, уменьшается её сечение, сопротивление и температура возрастают (рисунок 1.31, а, б, в).



1 - электрод; 2 - дуга;
3 - металл

Рисунок 1.30 - Варианты зажигания дуги покрытыми электродами перед сваркой:



а - короткое замыкание; б - образование перемычки; в - возникновение дуги;
1 - металл; 2 - электрическая дуга; 3 - электрод; l_0 - длина дуги (расстояние от торца электрода до поверхности сварочной ванны)

Рисунок 1.31 - Образование сварочной дуги:

В момент достижения расплавленным металлом температуры кипения жидкая перемычка исчезает, возникает дуга. Процесс возникновения и развития дуги длится доли секунды. При сварке неплавящимся электродом происходят те же процессы, однако жидкая перемычка образуется за счет только основного металла. Зажигание дуги часто осуществляют с помощью высоковольтных осцилляторов без замыкания электродов на изделие. Осцилляторы являются вспомогательными источниками тока высокой частоты.

Контрольные вопросы

1. Как зажечь дугу покрытым электродом?
2. Объясните порядок возбуждения дуги.
3. Как возбудить дугу по методу впритык?
4. Что выполняют осцилляторы при сварке неплавящимся электродом?

1.7.3 Сущность тепловых процессов при ручной дуговой сварке

Электрическая дуга дает яркий свет и выделяет значительное количество тепла, которое образуется вследствие превращения энергии движения частиц в тепловую энергию при столкновении их с анодом, катодом и друг с другом. Тепло, выделяясь на аноде и катоде, расплавляет свариваемый металл и конец электрода. В катодной и анодной зонах

выделяется основное количество тепла дуги. В самой дуге выделяется меньшая часть тепла, расходуемого на испарение электрода и частично теряемого в окружающую среду. Под действием тепла дуги металл расплавляется на некоторую глубину h и называется проваром. При сварке на постоянном токе угольным электродом количество выделяющегося тепла составляет: на аноде около 42%, на катоде около 38 % от общего количества тепла дуги. Остальные 20% тепла выделяются в столбе дуги. Наибольшее количество заряженных частиц выбрасывается катодом, поэтому анод подвергается более сильной бомбардировке частицами, благодаря чему на нем всегда выделяется большее количество тепла. Температура дуги также различна и составляет: при использовании угольных электродов - для катода около 3200°C , для анода около 3900°C ; при использовании стальных электродов - для катода около 3000°C , для анода около 4000°C . Полная (общая) тепловая мощность дуги q_0 подсчитывается по формуле: $q_0 = 0,24 \cdot I \cdot U_d$ кал/сек; где I - сварочный ток, а; U_d - напряжение дуги, в; 0,24 – коэффициент перевода электрических единиц в тепловые, кал/вт. сек.

Количество тепла, вводимое дугой в свариваемый металл в единицу времени, называется эффективной тепловой мощностью дуги. Она меньше полной тепловой мощности дуги и складывается из следующего: - тепла, выделяющегося в пятне дуги на свариваемом металле; -тепла, вводимого в металл за счет теплообмена со столбом дуги и ее пятном на свариваемом металле; - тепла, вносимого в свариваемый металл с каплями расплавленного

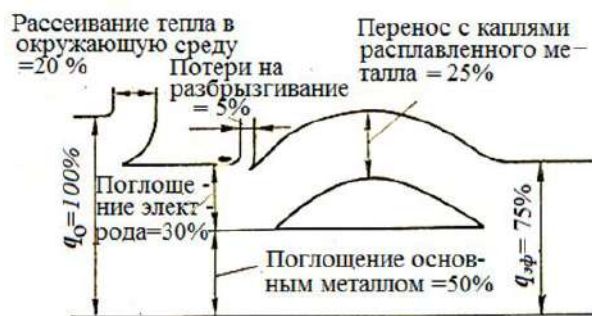


Рисунок 1.32 - Тепловой баланс электрической сварки плавлением покрытым электродом

металла электрода, электродного покрытия и флюса. Эффективная тепловая мощность процесса электрической сварки плавлением есть количество тепла в калориях, введенное источником нагрева в изделие в единицу времени. Другая часть расходуется на теплоотдачу в окружающую среду, потери на разбрызгивание и др. (рисунок 1.32). Эффективную тепловую

мощность дуги $q_{эф}$ можно подсчитать по формуле: $q_{эф} = 0,24 \cdot I \cdot U_d \cdot \eta$ кал/сек; Здесь буквой η обозначен эффективный коэффициент полезного действия нагрева металла дугой. Приведем значения η для некоторых способов сварки: При сварке металлическим электродом: - с тонким покрытием 0.50...0.65; - с толстым покрытием - 0.70...0.85; - при сварке под флюсом 0.80...0.95; - при сварке неплавящимся электродом в защитном газе 0.50...0.60; - для электрошлаковой сварки 0.70...0.85.

Тепловой режим сварки характеризуется количеством тепла, вводимого в металл на единицу длины шва. Эта величина называется погонной энергией сварки и выражается отношением: $q_{эф}/V$ (кал/см), где V - скорость сварки, см/сек. Величиной погонной энергии характеризует режим, назначаемый при сварке данного металла. Эта величина имеет большое значение при

определении рационального режима сварки легированных и термообработываемых сталей. Теплота, выделяемая в дуге наиболее рационально используется при автоматической сварке.

Контрольные вопросы

1. Как определяется полная мощность дуги?
2. Объясните сущность распределения тепла при сварке угольным электродом.
3. Что такое эффективная мощность дуги?
4. Как определить коэффициент полезного действия дуги?

1.7.4 Источники питания для сварки

Источник питания должен обеспечивать легкое зажигание и устойчивое горение дуги, создавая необходимое напряжение и силу тока в сварочной цепи. Свойства источника питания определяются его внешней характеристикой, представляющей кривую зависимости между током в цепи (I) и напряжением на зажимах (U_d) источника питания. В зависимости от конструкции и электрической схемы источника питания их внешние характеристики могут быть (см. рисунок 1.33,а): 1- падающая, 2 – пологопадающая, 3 – жесткая, 4 - полого возрастающая. Внешняя характеристика источника питания должна соответствовать статической характеристике дуги. При ручной сварке дуга имеет жесткую характеристику, т.е. U_d не зависит от сварочного тока и остается постоянной (рисунок 1.33,б). В этом случае необходим источник питания с падающей характеристикой типа 1 для обеспечения устойчивого горения и саморегулирования дуги. Если статическая характеристика дуги возрастающая, как это происходит при сварке на постоянном токе в защитных газах, то более подходит жесткая или пологопадающая характеристика источника питания типа 3 или 4. При пологопадающей характеристике в случае незначительного уменьшения длины дуги резко возрастает ток сварки (точка Б на прямой 2, см. рисунок 1.33,б). Это повышает скорость плавления электродной проволоки, что вызывает удлинение дуги и ее напряжение повышается до точки А, соответствующей условию устойчивого горения дуги при рабочем напряжении U_p . Таким образом, при пологопадающей характеристике типа 2 у источника тока саморегулирование дуги значительно улучшается, что особенно важно при автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом. При ручной дуговой сварке наиболее приемлемыми являются источники питания с падающей характеристикой типа 1, так как они обеспечивают устойчивое горение при различной длине дуги. Действительно, как видно из рисунка

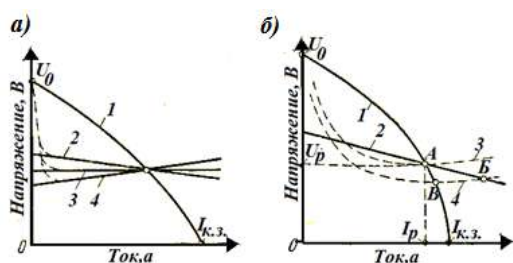


Рисунок 1.33 -Внешние характеристики 1,2,3,4 источников питания (а) и их связь с вольт-амперной характеристикой сварочной дуги(б)

характеристики дуги. При ручной сварке дуга имеет жесткую характеристику, т.е. U_d не зависит от сварочного тока и остается постоянной (рисунок 1.33,б). В этом случае необходим источник питания с падающей характеристикой типа 1 для обеспечения устойчивого горения и саморегулирования дуги. Если статическая характеристика дуги возрастающая, как это происходит при сварке на постоянном токе в защитных газах, то более подходит жесткая или пологопадающая характеристика источника питания типа 3 или 4. При пологопадающей характеристике в случае незначительного уменьшения длины дуги резко возрастает ток сварки (точка Б на прямой 2, см. рисунок 1.33,б). Это повышает скорость плавления электродной проволоки, что вызывает удлинение дуги и ее напряжение повышается до точки А, соответствующей условию устойчивого горения дуги при рабочем напряжении U_p . Таким образом, при пологопадающей характеристике типа 2 у источника тока саморегулирование дуги значительно улучшается, что особенно важно при автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом. При ручной дуговой сварке наиболее приемлемыми являются источники питания с падающей характеристикой типа 1, так как они обеспечивают устойчивое горение при различной длине дуги. Действительно, как видно из рисунка

1.33,б, где пунктирными кривыми 4 и 3 нанесены статические характеристики двух дуг разной длины, следует, что точки А и В, расположенные на пересечении характеристик дуг 3 и 4 с характеристикой 1 источника питания, отвечают условиям устойчивого горения как короткой (точка В), так и длинной (точка А) дуг.

Основное различие между источниками питания сварочной дуги, определяющее их технические характеристики, массу, габариты и сферу применения - это различия по принципу преобразования электрического тока. Сварочный трансформатор (рисунок 1.34,а).



а - сварочный трансформатор; б - преобразователь; в - многопостовой сварочный выпрямитель; г - сварочный источник - инвертор

Рисунок 1.34 - Источники питания для сварки:

Это самый простой тип сварочного аппарата. Основой ему служит дроссель - реактивная катушка индуктивности. Простой понижающий трансформатор понижает напряжение сети до величины холостого хода - 60...80 В. В дальнейшем при работе поддерживается переменный ток с напряжением сварки в 20 В. Его достоинство состоит в простоте конструкции (можно изготовить своими руками, рассчитав число витков обеих намоток). Но использование для сварки переменного тока имеет и определенные недостатки. Дуга горит нестабильно, и сильно зависит от скачков питающего напряжения.

Преобразователь - устройство, механическим способом превращающее переменный ток в постоянный (рисунок 1.34,б). Основное их достоинство в том, что эти аппараты нечувствительны к перепадам напряжения; ток на выходе всегда имеет стабильную характеристику. Они могут выдавать очень большой ток - 300, 500, а некоторые модели 1000 А. КПД преобразователей невысок из-за затрат энергии на раскрутку вала двигателя. Выпрямитель (рисунок 1.34,в), это устройство, выпрямляющее переменный ток, то есть преобразующее его в постоянный. Для этого используются полупроводниковые элементы на основе селена либо кремния. Выпрямители могут быть однофазные и трехфазные, стационарные или мобильные, иметь любую вольт-амперную характеристику - либо жестко заданную производителем, либо изменяемую пользователем согласно его нуждам. У выпрямителей есть много достоинств. Это бесшумная работа, высокий КПД (выше, чем у трансформаторов), широкий диапазон использования (можно варить любые металлы и сплавы).

Инвертор (рисунок 1.34,г) - особый класс источников питания сварочной дуги. Это сварочные аппараты, которые оптимально подходят для

бытовых нужд. Благодаря малым размерам и удобству в обращении они активно используются там, где нужна мобильность, а также есть ограничения по мощности, которую можно взять от сети. Принцип действия этих устройств заключается в инверсии - зеркальном превращении одного состояния энергии в другое. Инверторный аппарат осуществляет сварку переменным током высокой частоты, который он получает из постоянного тока, а его, в свою очередь - из промышленного переменного. Благодаря некоторым инверторным источникам питания сварочной дуги можно производить сварку и постоянным, и переменным током, в зависимости от режима.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные требования к сварочным источникам питания дуги.
2. Объясните преимущества и недостатки сварочных выпрямителей перед преобразователями.
3. Для каких целей предназначены тиристорные выпрямители?
4. Для каких целей делают источники питания с повышенным напряжением холостого хода?
5. Почему для ручной дуговой сварки используют источники питания с падающей характеристикой?
6. Объясните, почему инвертор считают оптимальным аппаратом для ручной дуговой сварки?
7. Что объясняет точка «А» на рисунке 1.33,б?

1.8 Ручная дуговая сварка металлоконструкций

После подготовки металла под сварку (правка, очистка, разметка с помощью шаблонов, термическая резка, полная сборка изделия) приступают к сборке изделий. Известны следующие способы сборки: сборка двух, трех деталей в узел; последовательная сборка и сварка, путем наращивания отдельных элементов (малопроизводительный); поузловая сборка и сварка с последующей сборкой и сваркой конструкции из этих узлов. Точность сборки указывается на чертежах и в технических условиях. Для ручной дуговой сварки (РДС) точность отклонения сборки регламентирует ГОСТ-5264-80.

Контрольные вопросы

1. Объясните, что понимают в слове наращивание сборки-сварки?
2. Когда приступают к сборке изделий под сварку?
3. Перечислите основные способы сборки.
4. Как выполнить разметку с помощью шаблона?

1.8.1 Выбор режима сварки.

Под режимом сварки понимают совокупность показателей, определяющих характер протекания процесса сварки. К основным показателям режима сварки относятся : диаметр электрода или сварочной

проволоки, сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость сварки. Дополнительные показатели режима сварки : род и полярность тока, тип и марка покрытия электрода, угол наклона электрода, температура предварительного нагрева металла. Выбор режима ручной дуговой сварки часто сводится к определению диаметра электрода и силы сварочного тока.

Скорость сварки и напряжение на дуге устанавливаются самим сварщиком в зависимости от вида сварного соединения, марки стали, марки электрода, положения шва в пространстве и т.д. Диаметр проволоки электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла.

Первый слой многослойного шва всегда сваривается электродом диаметром 2-4мм, за исключением швов с V-образной подготовкой, где весь шов можно сваривать электродами одного (максимально допустимого) диаметра. Прихваточные швы и наплавка валиками небольшого сечения производится электродами диаметром не более 5 мм. Сварочный ток выбирается в зависимости от диаметра и марки электродного покрытия. При выборе величины тока для сварки встык малоуглеродистой стали в нижнем положении можно пользоваться также формулой акад. К. К. Хренова:

$I_{св} = (35...60)d_э$, где $I_{св}$ - ток дуги, а; $d_э$ – диаметр металлического стержня электрода, мм.

При сварке вертикальных и потолочных швов ток уменьшается на 10-20% ниже, чем для сварки швов в нижнем положении. Для сварки соединений внахлестку и тавровых можно применять больший ток, так как в этом случае опасность сквозного проплавления меньше. В процессе сборки детали соединяют короткими однослойными швами, называемыми прихватками длиной от 20 до 120 мм; расстояние между прихватками 500...800 мм. При сварке ответственных конструкций вручную или в защитных газах прихватки удаляются перед наложением основного шва вырубкой или выплавкой.

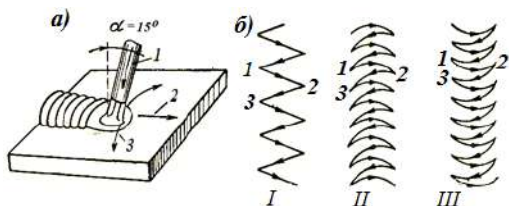
Контрольные вопросы

1. Назовите основные параметры ручной дуговой сварки.
2. Объясните сущность формулы $I_{св} = (35...60)d_э$, и поясните компоненты.
3. Как выбирается диаметр электрода?
4. Как при сборке прихватывают детали?

1.8.2 Техника и технология ручной дуговой сварки

Для возбуждения дуги сварщик концом электрода прикасается к металлу, а затем быстро отводит его на 2...4 мм. Образуется дуга, длину которой постоянно поддерживает сварщик во время сварки путём постепенного опускания электрода по мере его расплавления. Во время сварки необходимо поддерживать возможно короткой сварочную дугу. При короткой дуге около шва образуется небольшое количество мелких капель металла, электрод плавится спокойно, давая равномерный пучок искр, глубина проплавления свариваемого металла получается больше. Длинная дуга не обеспечивает достаточной глубины проплавления основного металла,

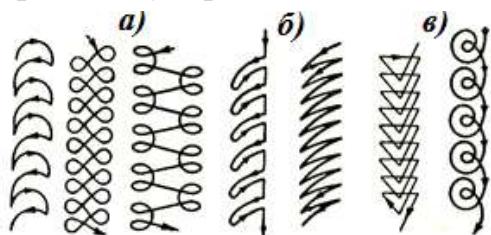
а электродный металл при плавлении сильно разбрызгивается; в результате получается неровный шов с большим количеством включений окислов. О длине дуги можно судить по звуку, издаваемому ею при горении. Дуга нормальной длины издает равномерный звук одного тона, Слишком длинная дуга - более резкий и громкий звук, часто прерывающийся и сопровождающийся хлопками. В случае обрыва дугу возбуждают вновь перед местом ее обрыва, на еще не сваренном металле; затем следует подвести ее к месту, где произошел обрыв, тщательно заварить кратер, образовавшийся в результате обрыва дуги и продолжать сварку. При перемещении электрода прямолинейно вдоль шва без колебательных движений наплавляется узкий (ниточный) валик. При наложении валика



а - перемещение электрода в трех направлениях, б) наплавка уширенным валиком; I - прямолинейное, II - криволинейное, выпуклостью в сторону сваренного участка, III - то же в сторону несваренного участка

Рисунок 1.35 - Схема основных движений электрода:

накладывают при проваре корня шва, сварке тонких листов, сварке горизонтальных и потолочных швов, независимо от числа слоев. Чем медленнее сварщик перемещает электрод вдоль шва, тем шире получается валик. В узком, но высоком валике объем наплавленного металла невелик, такой валик застывает быстрее, и растворенные в металле не выделившиеся газы могут вызвать пористость шва. Поэтому чаще применяют уширенные валики. При выполнении их сварщик сообщает электроду колебательные движения поперек шва, причем конец электрода должен совершать три движения (рисунок 1.35,а): поступательное вдоль оси электрода сверху вниз, поступательное вдоль линии шва и колебательное поперек шва перпендикулярно его оси. Колебательные движения электрода способствуют



а - при усиленном прогревании кромок шва; б - при большем прогревании одной кромки; в - при проревании середины шва;

Рисунок 1.36 - Особые случаи движения электрода:

(например, при сварке листов разной толщины). Для прогревания середины шва электрод перемещают по схеме, данной на рисунке 1.36,в. Наплавляя

электрод следует держать наклонно, под некоторым углом к вертикальной линии, чтобы капли металла, перемещающиеся при расплавлении конца электрода в направлении его оси, попадали в расплавленный металл ванны. Угол наклона α покрытого электрода к вертикальной плоскости должен составлять $15-20^{\circ}$. Узкий валик

прогреву кромок и замедляют остывание сварочной ванны.

Схемы движений конца электрода при наплавке уширенных валиков показаны на рисунке 1.35,б. В точках 1, 2 и 3 скорость перемещения электрода уменьшается, что способствует прогреванию кромок. На рисунке 1.36,а показаны движения концом электрода, необходимые для прогревания обеих кромок, на рисунке 1.36,б - для прогревания только одной кромки

валик, сварщик может находиться сбоку от шва и перемещать электрод слева направо или по оси шва и вести электрод на себя. После окончания наплавки валика остающийся в конце его кратер должен быть тщательно заварен, чтобы в этом месте не появилась трещина. Шлак должен располагаться позади дуги, не смешиваться с расплавленным металлом и не затекать вперед дуги, т. е. не попадать на поверхность нерасплавленного металла. Металл поддерживается достаточное время в жидком состоянии, чтобы частицы шлака всплыли на поверхность ванны и шлак успел раскислить металл. При сварке стыковых швов без скоса кромок валик накладывается с небольшим

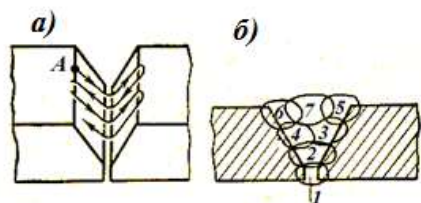


Рисунок 1.37 - Сварка стыковых швов (шифрами обозначен рядок наложения слоёв шва)

уширением с одной или с обеих сторон стыка. Во избежание не провара необходимо обеспечить расплавление металла обеих кромок по всей толщине. Соединения встык с V-образной подготовкой кромок, в зависимости от толщины металла, сваривают однослойными или многослойными швами. При сварке в один слой дугу возбуждают в точке А (рисунок 1.37,а) на грани скоса, затем электрод

перемещают вниз, проваривают корень шва и выводят на вторую кромку. На скосах кромок движение электрода замедляют для обеспечения достаточного провара, а в корне шва во избежание сквозного прожога ускоряют. При сварке угловых швов жидкий металл стремится стекать на нижнюю плоскость. Поэтому сварку таких швов в нижнем положении лучше производить в лодочку, а изделие располагать так, чтобы шлак не затекал на металл перед дугой (рисунок 1.38,а).

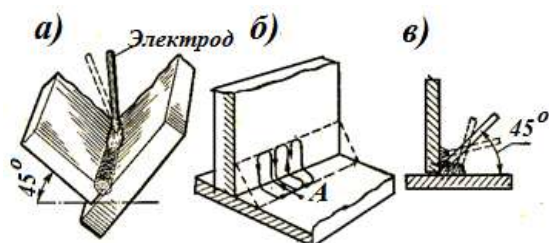


Рисунок 1.38 - Сварка угловых швов

Однако не всегда возможно установить деталь в нужное положение. При сварке углового шва, нижняя плоскость которого расположена горизонтально, возможен не провар вершины угла или одной из кромок. Не провар может образоваться на нижнем листе, если начинать сварку с

вертикального листа, так как в этом случае расплавленный металл стечет на недостаточно нагретую поверхность нижнего листа. Поэтому сварку таких швов всегда следует начинать, зажигая дугу на нижней плоскости в точке возбуждения дуги А и вести электрод так, как показано на рисунке 1.38,б. Электрод следует держать под углом 45° к поверхности листов, слегка наклоняя его в процессе сварки то к одной, то к другой плоскости (рисунок 1.38,а). Угловые швы при соединении не в лодочку выполняют однослойными при катете шва до 8 мм; при катете шва свыше 8 мм - в два слоя и более

Контрольные вопросы

1. Почему сварка короткой дугой лучше длинной?
2. Почему чаще используют уширенный валик?
3. Объясните технологию сварки стыкового шва с V-образной кромкой?
4. Объясните технологию сварки углового шва в лодочку?

1.8.3 Сварка вертикальных, горизонтальных и потолочных швов

При сварке металла вертикальными швами капли расплавленного

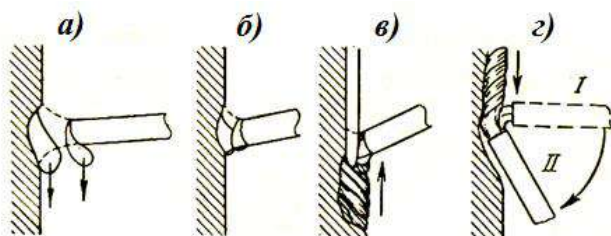


Рисунок 1.39 - Сварка вертикальных швов

металла стремятся стекать вниз (рисунок 1.39,а). Поэтому такие швы выполняют более короткой дугой, при которой капли, вследствие действия сил поверхностного натяжения, легче переходят с электрода в кратер шва (рисунок 1.39,б). Конец электрода

отводят вверх или в сторону от капли, давая ей возможность затвердеть. Вертикальные швы лучше сваривать в направлении снизу вверх, тогда нижележащий кратер будет удерживать капли металла (рисунок 1.39,в). Электрод может иметь наклон вверх или вниз. При наклоне электрода вниз

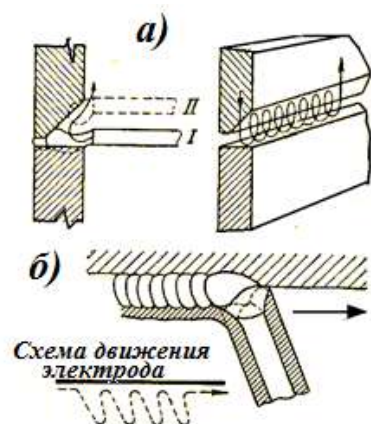


Рисунок 1.40 - Сварка горизонтальных (а) и потолочных (б) швов

сварщику удобнее наблюдать за распределением каплей расплавленного электродного металла в разделке шва. Если необходимо вести вертикальную сварку сверху вниз, электрод ставится в положение I (рисунок 1.39,г), а после образования капли опускается ниже, в положение II, при котором капля удерживается короткой дугой от стекания вниз. Вертикальные швы легче сваривать электродом диаметром не более 4 мм, на несколько пониженном токе (порядка 160 А).

Для уменьшения стекания металла при выполнении горизонтальных швов (рисунок 1.40,а) скос кромок делают только у верхнего листа. Дугу возбуждают на нижней кромке (положение I), а затем переводят ее на кромку верхнего листа (положение II), поднимая вверх стекающую каплю металла. Схема движений конца электрода при сварке однослойного горизонтального шва показана на рисунке 1.40,а справа. Горизонтальные швы сваривают также продольными валиками, причем первый валик наплавляют электродом диаметром 4мм, а последующий – электродами диаметром 5мм. Наиболее трудно выполнять потолочные швы, которые свариваются возможно более короткой дугой. Чтобы облегчить сварку швов в потолочном положении, применяют электроды с покрытиями более тугоплавкими, чем металл электрода. В этом случае покрытие образует на конце электрода чехольчик, удерживающий капли расплавленного металла (рисунок 1.40,б). В процессе сварки конец

электрода то удаляют, то приближают к ванне. При удалении электрода дуга гаснет и металл шва затвердевает. Для потолочной сварки, как для вертикальной и горизонтальной, используют электрод меньшего диаметра, а ток уменьшают на 10-20% по сравнению со сваркой металла такой же толщины в нижнем положении. Для сварки в любом пространственном положении пригодны электроды: ОММ-5, ЦМ-7, 03С-4, 03С-2, УОНИ-13 и др.

Контрольные вопросы

1. Почему вертикальные швы сваривают короткой дугой?
2. Что вносит в технологию сварки вертикальных швов наклон электрода?
3. Почему выбирается электрод диаметром 4мм не более?
4. Зачем сварку горизонтальных швов выполняют по скосу кромок только у верхнего листа?
5. Почему потолочные швы сваривают прерывистой дугой?

1.8.4 Микроструктура сварного соединения

Зона термического влияния (з.т.в) – это зона теплового воздействия (в плавлении), примыкающая к зоне сплавления участка металла со структурой и свойствами, изменившимися в результате сварочного нагрева по сравнению со структурой и свойствами исходного металла. В зоне термического влияния сварного соединения из низкоуглеродистой стали различают участки: неполного расплавления, перегрева, полной перекристаллизации или нормализации, неполной перекристаллизации, рекристаллизации и синеломкости (рисунок 1.41). Участок неполного расплавления - переходный от наплавленного металла к металлу свариваемой детали. Ширина этого участка очень мала, она измеряется микронами, но его

роль в сварном соединении весьма важна. Здесь происходит сплавление, т. е. образование металлической связи между металлом шва и свариваемой деталью. Если между зернами имеется пленка окислов или осажденных газов, то в этом месте не произойдет прочной металлической связи и это можно объяснить образованием трещин в зоне сплавления. Участок перегрева находится в границах температур нагрева металла 1100 - 1500⁰С и характеризуется значительным ростом зерна. Поверхность перегретых зерен может превышать поверхность начальных зерен в 16 раз при ацетиленокислородной и в 12 раз при дуговой сварке (рисунок 1.41).



ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧАСТКОВ

№	СТРУКТУРА МЕТАЛЛА	Температура, °С	Ширина, мм
1	Сталь расплавлена, легкая, с тонкозернистой мелкокристаллической структурой	1500	11 микроны, мм
2	Рост зерна, образование игольчатой структуры с повышенной хрупкостью	1530-1470	0,1-0,4
3	Круплозернистая структура с повышенной ударной вязкостью и пластичностью	1470-1100	3-4
4	Измельчение зерна, повышение механических свойств	1100-866	3,2-4,0
5	Смещение строения из мелких и крупных зерен с пониженными механическими свойствами	860-720	0,1-3,0
6	Восстановление формы и размеров зерен металла	720-610	0,1-1,5
7	Структурные изменения не имеет	610-200	0,4-12

Рисунок. 1.41

Перегретый металл является самым слабым местом в сварном соединении, поэтому здесь чаще всего оно и разрушается. Перегрев снижает механические свойства стали, главным образом пластичность и сопротивление ударным нагрузкам. Эти свойства тем ниже, чем крупнее зерна и шире участок перегрева. По мере удаления от шва температура металла понижается. В пределах температур 900-1100°C находится участок полной перекристаллизации или нормализации с мелкозернистой структурой.

Мелкозернистая сталь в интервале температур от -40 до +200⁰ С обладает высокой прочностью и пластичностью, большей, чем основной металл. При температурах нагрева 720-900⁰С происходит неполная перекристаллизация: наряду с крупными зёрнами в этом участке остаются и более мелкие. По прочности металл этого участка занимает промежуточное положение между металлом на участке полной перекристаллизации и основным металлом. Участок, нагревавшийся от 450 до 723⁰С, называется участком рекристаллизации; в нем структура стали не изменяется, а происходит лишь восстановление прежней формы и размеров зерен, деформированных при холодной прокатке металла. Если до сварки основной металл не подвергался холодной пластической деформации, то процесс рекристаллизации происходить не будет. На участке, нагретом ниже 450⁰ С, структура стали не отличается от структуры основного металла. Однако сталь, нагретая от 100 до 450⁰С, обладает пониженными механическими свойствами, что объясняется выпадением из твёрдого раствора чрезвычайно мелких частиц различных примесей, располагающихся по границам зёрен. Это явление называют синеломкостью (температура синих цветов побежалости). Ширина зоны термического влияния зависит прежде всего от погонной энергии при сварке. При ручной сварке она составляет 5...6 мм, при автоматической сварке под флюсом в зависимости от толщины металла и режима - от 0,5 до 10 мм, при газовой сварке - 25 мм.

Контрольные вопросы

1. Почему мы называем зоной термического влияния в сварном соединении?
2. Объясните, что происходит в зоне нормализации детали шва?
3. Почему мелкозернистая зона наиболее прочная в з.т.в.?
4. Что означает рекристаллизация металла?
5. Объясните явление синеломкости металла.
6. Почему размеры з.т.в. при газовой сварке больше, чем в дуговой?

1.8.5 Наплавка покрытыми электродами

Наплавкой называется процесс нанесения одного расплавленного металла (называемого присадочным) на поверхность другого (называемого основным). При этом основной металл также расплавляется на небольшую глубину для образования гомогенного соединения. Цель наплавки может быть различной: восстановление утраченной геометрии детали или придание ей новой формы, образование поверхностного слоя с заданными физико-

механическими свойствами (такими как повышенная твердость, износостойкость, антифрикционность, коррозионная стойкость, жаростойкость и пр.), упрочнение наплавкой. Наплавку можно производить на любые поверхности - плоские, конические, цилиндрические, сферические. В больших пределах может меняться и ее толщина - от нескольких долей миллиметра до сантиметра и более. Материалы для наплавки существуют в различных формах. Это могут быть присадочные прутки, порошкообразные смеси, наплавочные покрытые электроды, порошковая и цельно стержневая проволока. В электродуговой наплавке применяются в основном покрытые электроды, присадочные прутки и проволока. Наплавка покрытыми наплавочными электродами относится к основным способам, применяемым как в промышленности, так и в быту, в силу ее простоты, удобства, отсутствия необходимости в специальном оборудовании. Наплавка требует определенных навыков в работе. Надо при минимальном токе и напряжении, чтобы не увеличивать долю основного металла в наплавленном, а оплавить

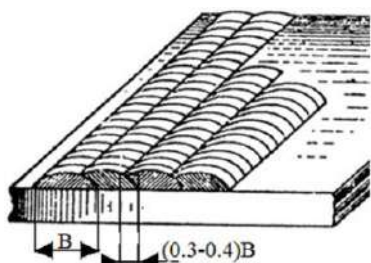


Рисунок 1.42 - Наплавка металла на плоский лист узкими валиками с перекрытием



Рисунок 1.43 - Восстановление наплавкой кромок режущего инструмента

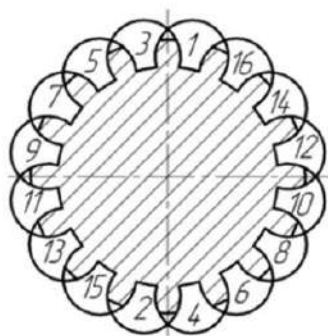


Рисунок 1.44 - Порядок продольной наплавки цилиндрической детали способом уравнивающих валиков

оба компонента. Состав металла будет определять тип электрода, а толщину и форму - диаметр электрода. Наплавка деталей из стали осуществляется, как правило, постоянным током обратной полярности (на электроде "плюс") в нижнем положении. В случае плоских поверхностей различают два основных вида наплавки -

использование узких валиков с перекрытием друг друга на 0,3-0,4 их ширины (рисунок 1.42) и широких, полученных увеличенными поперечными движениями электрода относительно направления прохода. Во избежание коробления деталей, наплавку рекомендуется проводить отдельными участками, "вразброс", а укладку каждого последующего валика начинать с противоположной стороны по отношению к предыдущему. Металлорежущие инструменты и штампы, работающие при холодной и горячей штамповке, наплавляют электродами ОЗИ-3, ОЗИ-5, ОЗИ-6, ЦС-1, ЦИ-1М и прочие марки (рисунок 1.43). Металл, наплавленный этими электродами, обладает высокой сопротивляемостью к истиранию и смятию при больших удельных нагрузках и высоких температурах - до 650-850°C. Твердость наплавленного слоя без термообработки составляет от 52 HRC (ОЗИ-5) до 61 HRC (ОЗИ-3). Наплавляется 1-3 слоя общей толщиной 2...6 мм. При продольной наплавке цилиндрических деталей нужно применять способ уравнивающих валиков (рисунок 1.44). После наложения первого

Металлорежущие инструменты и штампы, работающие при холодной и горячей штамповке, наплавляют электродами ОЗИ-3, ОЗИ-5, ОЗИ-6, ЦС-1, ЦИ-1М и прочие марки (рисунок 1.43). Металл, наплавленный этими электродами, обладает высокой сопротивляемостью к истиранию и смятию при больших удельных нагрузках и высоких температурах - до 650-850°C. Твердость наплавленного слоя без термообработки составляет от 52 HRC (ОЗИ-5) до 61 HRC (ОЗИ-3). Наплавляется 1-3 слоя общей толщиной 2...6 мм. При продольной наплавке цилиндрических деталей нужно применять способ уравнивающих валиков (рисунок 1.44). После наложения первого

валика вдоль оси детали, как правило, возникает остаточная деформация изгиба. Для ее устранения накладывают второй валик, повернув деталь на 180° вокруг оси. Поворачивая каждый раз деталь для наложения очередного валика, можно добиться минимальных остаточных деформаций изделия. Наплавочные материалы подбираются в зависимости от назначения и требуемой твердости наплавки металла.

Контрольные вопросы

1. Почему наплавка требует определенных навыков?
2. Какова цель наплавки?
3. Какие формы наплавочного материала используют при наплавке?
4. Назовите два основных способа наплавки.
5. Объясните, почему порядок наплавки по рисунку 1.44 дает минимальные деформации цилиндрической детали?

1.8.6 Напряжения и деформации при сварке

Любой металл при нагревании расширяется а при охлаждении - сжимается. При изменении температуры меняется структура металла, происходит перегруппировка атомов из одного типа кристаллической решетки в другой, увеличивается или уменьшается объем кристаллической решетки. Это явление вызывает возникновение значительных внутренних напряжений между атомами, которые приводят к образованию трещин (например, вода в трубе при -30°C разрушает стенку трубопровода из-за образования льда). Изменение температуры тела приводит к перемещению частиц металла. Наличие сопротивляемости смещению частицы, вызывает в ней и вокруг напряженное состояние. Внутренние напряжения в частице в процессе нагрева возрастают с увеличением сопротивления соседних холодных частиц. Если окружающие частицы металла начнут смещаться, то внутренние напряжения в этом объеме начнут снижаться. Неравномерные перемещения частиц происходит под действием неравномерного нагрева или охлаждения. Внутренние напряжения в объеме металла непрерывно меняются. При полном охлаждении до температуры окружающего воздуха эти динамические процессы затухают, вызывая деформации. Например, если стержень, зажатый в губках тисков, нагревать в средней его части, то деформации частиц в месте нагрева укоротят его длину и при охлаждении он упадет. В сварочной практике равномерный нагрев и охлаждение по всей длине выполненного шва всей длине не создает высоких остаточных напряжений и деформаций. Поэтому часто по всей длине свариваемого шва ставят несколько сварщиков, чтобы выполнить условие равномерного нагрева изделия от всех швов. С этой же целью применяется предварительный (перед сваркой) или сопутствующий (в процессе сварки) подогрев металла изделия, в особенности при сварке хрупких металлов - чугуна и высокопрочных сталей.

Контрольные вопросы

1. Почему возникают напряжения и деформации при сварке?
2. Объясните причину падения стержня, нагретого и зажатого в тисках?
3. Зачем по всей длине шва ставят несколько сварщиков?

1.8.7 Причины возникновения напряжений и деформаций при сварке

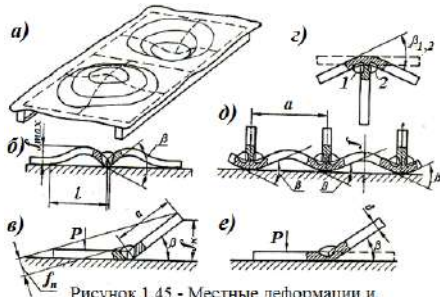


Рисунок 1.45 - Местные деформации и напряжения, вызванные неравномерным нагревом металла - а и усадкой наплавленного металла - б, в, г, д, е

При неравномерном нагреве, как известно, возникают внутренние напряжения, так как свободному расширению и сокращению препятствуют соседние участки металла, более холодные и поэтому менее расширяются. Наличие сосредоточенного источника тепла (электрическая, плазменная дуга), перемещающегося вдоль шва с какой-то скоростью и вызывающего неравномерный

нагрев металла при сварке является основной причиной возникновения внутренних напряжений и деформаций в сварных изделиях. При изготовлении сварных конструкций возникают не только общие, но местные деформации и напряжения. Лист на рисунке 1.45,а обварен по незамкнутому контуру, что вызвало у него выпучину и вогнутость, полученные от неравномерного нагрева и потери устойчивости тонкого листа. Поперечная усадка дает угловую деформацию листов (рисунок 1.45,-б,в,г,д,е) в сторону большего объема наплавленного металла и характеризуются углом β . Поэтому при поперечной усадке листы будут деформироваться вверх, в сторону утолщения шва. Если деталь закрепить, создав препятствие деформациям усадки, то в изделии появятся напряжения. При пластичном металле эти напряжения вызывают пластические деформации и не представляют опасности для прочности конструкции. Величина деформаций и связанных с ней напряжений зависит от величины зоны нагрева. Чем больший объем металла нагревается, тем сильнее будут деформации. При сварке легированных и высокоуглеродистых сталей, склонных к закалке, вследствие изменения структуры металла возникают остаточные напряжения, вызванные структурными превращениями в шве. При изменении структуры металла происходит изменение размеров и взаимного расположения его зерен (кристаллов). Этот процесс сопровождается изменением объема металла, что вызывает внутренние напряжения. При сварке обычной малоуглеродистой стали, которая не закаливается, возникающие от изменения структуры напряжения незначительны и не принимаются в расчет при изготовлении сварных конструкций.

Контрольные вопросы

1. Назовите общие и местные деформации конструкций от сварки.
2. Объясните деформацию от усадки сварного шва.
3. Как возникают структурные напряжения от сварки?
4. Какие стали склонны к структурным превращениям в шве?

1.8.8 Основные мероприятия по предупреждению сварочных напряжений

Для предупреждения деформаций и напряжений при сварке руководствуются следующими рекомендациями:

- применять марки электродов, дающие пластичный металл сварного шва;

- выполнять, по возможности, вначале швы протяженные симметрично расположенные относительно центра тяжести сечения элемента, а затем переходить к более коротким швам по замкнутым контурам;

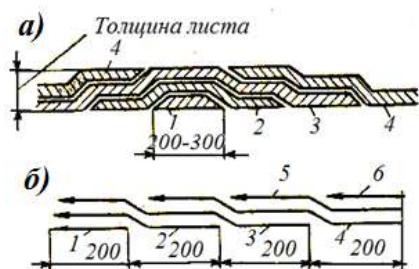
- в конструкциях, работающих при ударных нагрузках, вибрациях и низких окружающих температурах, следует избегать скоплений большого количества сварных швов и их пересечений друг с другом, а также коротких швов замкнутого контура, так как в подобных местах создаются концентрации собственных напряжений;

- ребра жесткости в конструкции располагать симметрично;

- применять по возможности стыковые швы, так как они обеспечивают наименьшую концентрацию напряжений;

- применять поузловую сборку, сварку конструкции, а также использовать штампованные и литые детали при сборке узлов сложной конфигурации. В этом случае сократится неблагоприятное влияние жестких связей между отдельными деталями в узле, образуемых сварными швами;

- применять преимущественно швы с глубоким проплавлением, а



а - горкой; б - каскадом (цифрами показан порядок наложения швов)

Рисунок 1.46 - Последовательность наложения швов при многослойной сварке:



Рисунок 1.47 - Обратно - ступенчатый порядок наложения швов - а; сварка на проход - б

- также полуавтоматическую и автоматическую сварку под флюсом и в защитном газе, обеспечивающих большую скорость сварки, требующих малых зазоров между деталями и обуславливающих более равномерное остывание шва;

- при автоматических и полуавтоматических способах сварки; величина напряжений и деформаций меньше, чем при ручной дуговой сварке;

- металл толщиной свыше 20...25 мм нужно сваривать многослойным швом «горкой» или «каскадом» (рисунок 1.46,а,б). При этом зона сварки все время поддерживается в нагретом состоянии, что обеспечивает более равномерное распределение тепла и уменьшение напряжений в металле;

- в отдельных случаях необходимо выполнять легкую проковку каждого слоя многослойного шва ударами пневмозубила с закругленным бойком;

- с целью уменьшения коробления листов швы длиной более 600 мм выполнять в обратноступенчатом порядке (рисунок 1.47). Чем короче шов,

тем меньше деформируется изделие. Длинный шов делят на участки длиной 150-200 мм с таким расчетом, чтобы каждый участок мог быть сварен одним электродом или целым числом электродов. Уменьшение деформаций при обратноступенчатом способе наложения шва объясняется тем, что при нагреве тепло распределяется более равномерно;

-использовать отжиг или нормализацию изделия после сварки. Отжиг или нормализация полностью устраняют внутренние напряжения в изделии, возникающие при сварке;

-весьма эффективным является метод исправления деформаций тонколистовых изделий путем холодной прокатки роликами шва и околошовной зоны после сварки, на ширине 7...20 мм;

Контрольные вопросы

1. Назовите конструкцию, в которой швы протяженные симметрично расположены относительно центра тяжести сечения.
2. Почему сварка «горкой» или «каскадом» даёт меньше деформаций?
3. Почему отжиг или нормализация полностью устраняют внутренние напряжения от сварки?
4. Что обеспечивает сварка на проход в отличие от обратноступенчатом способа?

1.8.9 Механические свойства свариваемых металлов и сварных швов

Механические свойства металлов и соединений – это способность материала сопротивляться деформированию (изменению формы) и разрушению под действием внешних механических сил.

К механическим свойствам металла относят следующие показатели: упругость, прочность, пластичность, вязкость, сопротивление усталости и ползучести, чувствительность к надрезу и др. Механические свойства металлов являются в большинстве случаев основным показателем для определения возможности применения того или другого материала в конструкции (таблица 2).

Таблица 2 – Механические свойства сталей и электродов

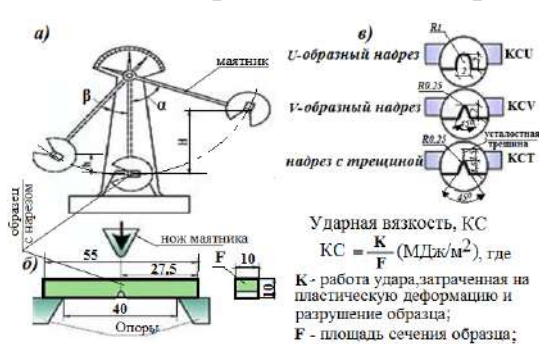
Марка стали	Механические свойства				Тип электрода	Марка электродов	Коэффициент наплавки, $a_n, \text{г/А-с}$	Механические свойства металла шва		
	$\sigma_B, \text{МПа}$	$\sigma_T, \text{МПа}$	$KCV, \text{Дж/м}^2$	$\delta, \%$				$\sigma_B, \text{МПа}$	$KCV, \text{Дж/м}^2$	$\delta, \%$
Ст3 пс Ст3 кп(2-6)	380	230		25	Э42 Э42А	АНО-5, АНО-6, ОМА-2, ВСП-1, СМ-11, УП1-45, УП2-45	11; 8,5 10 9,5; 10	420	0,8 1,5	18 22
14Г2,09Г2 ---	440	290		21	Э46	АНО-3, АНО-4, МР-3, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-12, АНО-13, АНО-18	8,5; 7,8 8,5; 10,5 8,5; 10	460	0,8 1,4	18 22
09Г2С 10Г2С1Д 18Г2	460	330	0,3	21	Э50 Э50А	ВСЦ-3, ВСН-3 (для постоянного тока) ДСК-50, АНО-11	10; 9	500	1,3	20
14Г2АСРД 15Г2АФД	520	400	0,3	19 (-60 °С)	Э60 Э60А	УОНИ 13/65(постоян ный ток)	9	600	1,0	18
15ХА 15Г2АЮГ	600	450		16	---					
14Х2ГМР 12ХН2	700	600		12	Э70	ЛКЗ-70 (постоянный ток)	9,5	700	0,6	14
20ХМА					Э09МХ тепло- устой- чивые	Ц1-14, ОЗС-1	10,5 8	460	0,9	18

Упругость – это свойство материала восстанавливать свою форму и объем (для твердых тел) или только объём (для жидкостей и газов) после прекращения действия внешних сил. Тела, обладающие этими свойствами, называются упругими. Металлы, применяемые в машиностроении и инструментальном производстве, обладают разнообразными ценными свойствами, но самые главные из них - прочность и твердость.

Прочностью называют свойство твердых тел сопротивляться разрушению, а также необратимыми изменениями формы. Предел прочности (или временное сопротивление - σ_B) - это напряженное состояние, начиная с которого обнаруживается резкое качественное изменение механических свойств металла или сварного соединения.

Пластичность - это свойство твердых тел необратимо изменять, не разрушаясь, свою форму и размеры под действием внешних сил.

Вязкость материала (в твердом состоянии), работа деформации – это способность материала конструкции поглощать при пластическом деформировании механическую энергию в заметных количествах, не разрушаясь. В зависимости от характера нагрузки различают статическую вязкость - при медленном приложении нагрузки, ударную - при быстром



а - маятниковый копер; б - схема нанесения удара; в - виды концентраторов напряжений на образце.
 Рисунок 1.48 - Ударные испытания.

(ударном, динамическом) и циклическую – при многократно повторяющемся приложении нагрузки. В технике вязкость материала обычно отождествляют с ударной вязкостью и противопоставляют хрупкости. Вязкость металла шва, свариваемых деталей, работающих при динамических нагружениях проверяют на ударный изгиб. Образец определенного размера с надрезом доводится до разрушения ударом (рисунок 1.48).

Маятник массой G поднимается на высоту (угол α) и опускается под собственным весом. На пути падения маятника устанавливают образец. Падая, маятник его разбивает и поднимается на высоту (угол β) меньшую первоначальной.

Усталость (сварных соединений) - это состояние соединения, находящегося под многократным воздействием знакопеременных или меняющихся по величине однозначных циклических нагрузок, при котором в этих соединениях развиваются процессы упругой циклической деформации. После большого числа циклических нагрузок наступает усталостное разрушение.

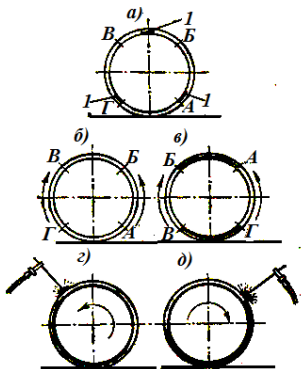
Контрольные вопросы

1. Перечислите показатели, относящиеся к механическим свойствам металла.
2. Что означает временное сопротивление сварного соединения?
3. Что означает вязкость металла?
4. В каких случаях проверяется вязкость металла?
5. Назовите три вида вязкости металлов.

6. Как проверяют сварные соединения на усталость?

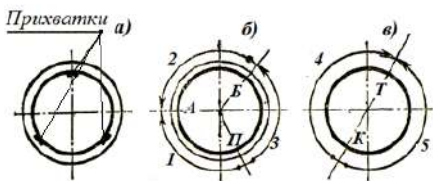
1.9 Сварка труб

Трубопроводы, сооружаемые с применением сварки, условно можно разбить на две группы: на трубопроводы свариваемые из листовой стали, и трубопроводы, свариваемые из готовых труб. Трубопроводы первой группы сваривают продольными и поперечными швами из обечаек, которые вальцуют предварительно из листов. Трубопроводы второй группы, свариваемые из готовых труб, используя их для пара, газа, воды и различных жидкостей. Они обычно работают под большим давлением и температурах нагрева. В трубопроводах нефтехимического производства рабочее давление достигает $500...700 \text{ кгс/см}^2$. В магистральном трубопроводе давление составляет $60...70 \text{ кгс/см}^2$. Такие трубопроводы сваривают только поперечными швами встык. Если рабочее давление в трубопроводах менее $0,7 \text{ кгс/см}^2$, то на них не распространяются



а - места размещения прихваток (1) и участков шва (А, Б, В, Г); б - выполнение первого слоя на участках А-Б и Г-В, в - поворот стыка и выполнение первого слоя на участках Г-А и В-Б, г - выполнение второго слоя шва, д - выполнение третьего слоя шва
Рисунок 1.49 - Порядок сварки стыков труб с поворотом:

правила Госгортехнадзора. Стыки трубопроводов на давление свыше $0,7 \text{ кгс/см}^2$ выполняются только аттестованными для этой работы сварщиками. Электроды для сварки труб должны обеспечивать наплавленный металл с временным сопротивлением и пределом текучести не менее нижнего нормативного предела у основного металла, а показатели пластичности металла шва для трубопроводов горячей воды и пара для углеродистой стали



а - сборка труб на прихватках; б - выполнение первого, второго и третьего слоев; А, Б, В - границы участков первого слоя шва, Г, К - то же, для второго слоя шва, 1, 2, 3, 4, 5 - последовательность сварки на участках
Рисунок 1.50 - Порядок сварки неповоротных стыков трубопровода:

по правилам Госгортехнадзора должны обеспечивать не менее 120° (по минимальным нормам угол загиба сварного соединения для дуговой и газовой сварки). Сварные стыки труб подвергаются различным видам контроля качества и обязательно выборочному просвечиванию в количестве 5-10% (первая проверка) и 10-25% (вторая проверка) от числа стыков, сваренных каждым сварщиком.



Рисунок 1.51 - Порядок сварки стыка труб с козырьком

Ручная сварка стыков труб покрытыми электродами используется не только для сварки корневого шва, но и при изготовлении и монтаже трубопроводов в неудобных для механизированной дуговой сварки условиях: стыки коленообразного гнутого трубопровода, стыки трубопровода, проходящего через естественные преграды (водные, горные и др.), соединение секций в длинные плети, приварка фланцев, заглушек и т. д. При ручной сварке

всего стыка целесообразно выполнять его в несколько слоев: при толщине

стенки 4...5 мм - в два слоя (не считая корневого), при 10...12 мм - в четыре слоя электродами диаметром 3...4 мм. Ручная газовая сварка выполняется только в один слой. Ручную дуговую сварку стыков трубопроводов выполняют двумя способами: сверху вниз и снизу вверх с поворотами и без поворота (рисунки 1.49, 1.50). Режим дуговой ручной сварки стыков труб выбирают в зависимости от марки и диаметра электрода и слоя шва. Когда стык нельзя сваривать ни в поворотном, ни в потолочном положении, тогда применяют сварку с козырьком, как показано на рисунке 1.51. Газорезчик с помощью шаблона вырезает на торце правой трубы контур (козырёк). После зачистки кромок реза, трубы собираются встык и прихватываются на двух прихватках с зазором 2мм. Сварщик через образовавшийся проём имеет доступ к стыку как с внутренней, так и с

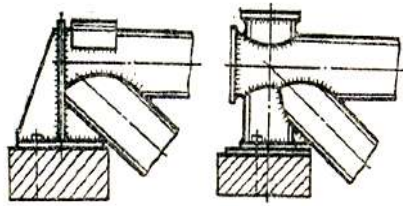
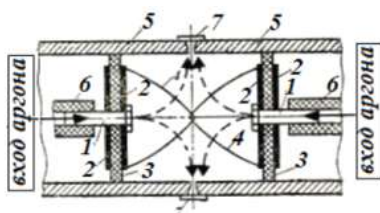


Рисунок 1.52 - Сопряжение труб под углами

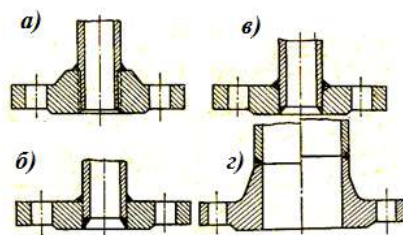
наружной стороны. Трубы, применяемые для изготовления ферм, стоек, колонн, опор и других строений, свариваются с различными углами сопряжений (рисунок 1.52). В этих случаях наиболее сложна и ответственна подготовка кромок под сборку и сварку.

Наиболее прочное соединение труб можно обеспечить сваркой с поддувочным газом, подаваемым по самой трубе. В



1 - вводные трубки; 2 - металлические шайбы; 3 - резиновые шайбы; 4 - соединительные скобы из проволоки $d=3$ мм; 5 - свариваемые трубы; 6 - шланги для подачи газа; 7 - приклеенная бумага:

Рисунок 1.53 - Приспособление для сварки с поддувом аргона:



а - с шейкой на резьбе; б и в - плоские приварные, без скоса и со скосом кромок под сварку; г - приварные встык;

Рисунок 1.54 - Способы приварки фланцев к трубе (труба - деталь):

плоских приварных стыковых фланцев (рисунке 1.54,г) и других деталей. Их называют элементами трубопровода (труба - деталь). Способы ручной дуговой приварки различных типов фланцев к трубам показаны на рисунке 1.54 (а,б,в,г).

Контрольные вопросы

1. Назовите группы сварных трубопроводов, в чем их отличие?
2. На какую эксплуатацию рассчитан трубопровод второй группы?
3. Каков должен быть уровень сварщика, выполняющего сварку трубопровода, работающего на повышенном давлении (свыше 0.7 атм)?
4. Объясните сущность сварки стыка труб с козырьком.
5. Покажите на рисунке элемент технологического трубопровода (труба - деталь).

1.9.1 Контроль непроницаемости швов (плотность шва)

Контроль, основанный на проницаемости газов (воздуха, смеси воздуха с аммиаком и другими индикаторами) и жидкостей (воды, керосина) широко используется для проверки герметичности сварных сосудов и трубопроводов.

Гидравлическому испытанию подвергаются различные сосуды, котлы и трубопроводы, работающие под давлением. Гидравлическим испытанием контролируется не только плотность сварных соединений, но также относительная прочность всей сварной конструкции. При гидравлическом испытании сосуд наполняется водой; для выхода воздуха в верхней части одно отверстие оставляют открытым. Это отверстие закрывается лишь после наполнения водой всего сосуда. Затем в сосуде гидравлическим насосом создается давление, равное рабочему давлению. Если дефектов не обнаруживается, давление увеличивается до $P_{исп} = 1,25P_{раб}$ для сосудов и для трубопроводов $P_{исп} = 1,5P_{раб}$. Под этим давлением сосуд или трубопровод выдерживают 5 мин, затем давление снижают до $P_{раб}$ и обстукивают соединения молотком со сферической головкой на расстоянии 15...20 мм от кромки шва. После этого швы осматривают. При испытаниях на морозе вместо воды применяют антифриз.

Керосин обладает способностью проникать через малые не плотности: трещины, поры и сквозные не провары металла. Для контроля, швы со стороны раскрытия окрашивают мелом, разведенным на воде с добавлением клея, а со стороны корня соединения смачивают керосином. Керосин, проходя через не плотности, образует на высохшей меловой краске темные пятна, по которым можно судить о характере не плотности и месте ее расположения. Если в течение 30-60 мин такие пятна не появятся, то швы считаются удовлетворительными. Скорость прохождения керосина через металл будет определяться толщиной сварного соединения и характером расположения дефектов в металле. Для ответственных изделий время выдержки под керосином устанавливают до 12 ч при температуре окружающего воздуха выше 00 и до 24 ч при температуре ниже 00. Керосиновая проба эквивалентна 3...4 атм гидравлического давления, применяемого для сварных сосудов закрытого типа.

Контрольные вопросы

1. Объясните порядок проведения гидравлических испытаний швов сосудов?
2. Как с помощью керосина определяют неплотности в сварных сосудах?
3. Почему керосиновую пробу используют для проверки плотности швов?

1.9.2 Правила безопасного ведения сварочных работ, пожаро и электробезопасность

Ответственность за организацию и состояние техники безопасности на предприятиях несет администрация этих предприятий; на каждом предприятии имеется отдел техники безопасности или инженеры по технике безопасности. Охрану труда составляет комплекс мероприятий по производственной санитарии, гигиене труда, организации отдыха, медицинской помощи и технике безопасности при выполнении работ.

Каждый рабочий при поступлении на работу проходит инструктаж по технике безопасности, а в случае необходимости обязан пройти техминимум.

При выполнении сборочных и сварочных работ существуют следующие опасности для здоровья рабочих: поражение электрическим током; поражение лучами дуги глаз и открытых поверхностей кожи; ушибы и порезы во время подготовки изделий к сварке и во время сварки; отравление вредными газами и пылью; ожоги от разбрызгивания капель расплавленного металла и шлака; взрывы при сварке сосудов, находящихся под давлением, тары из-под горючих веществ, при работе вблизи, легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ; пожары от расплавленного металла и шлака.

Электрический травматизм возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через человеческое тело. Причинами электротравматизма являются: недостаточная электрическая изоляция аппаратов и питающих проводов, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость и теснота помещений и другие факторы. В условиях сварочного производства электротравмы происходят при движении тока по одному из трех путей: 1) рука - туловище - рука; 2) рука - туловище - нога; 3) обе руки - туловище - обе ноги. При движении тока по третьему пути сопротивление цепи наибольшее, следовательно, степень травматизма наименьшая. Наиболее сильное действие тока будет при движении его по первому пути.

Для защиты сварщика от поражения электрическим током необходимо: надежно заземлять корпус источника питания дуги и свариваемое изделие; не использовать контур заземления для обратного провода; хорошо изолировать рукоятку электрододержателя; работать в сухой и прочной спецодежде и рукавицах (ботинки не должны иметь в подошве металлических шпилек и гвоздей); прекращать работу при дожде и сильном снегопаде (если нет укрытий); не производить ремонта оборудования и аппаратуры (должен выполнять электрик); при работе внутри сосудов

пользоваться резиновым ковриком и переносной лампой напряжением не более 12 В.

Оказание первой помощи пострадавшему заключается в нижеследующих действиях. В первую очередь отсоединить токоведущий провод от пострадавшего; это делается перерубкой провода острым инструментом с изолирующей рукояткой или отбрасыванием провода от пострадавшего сухой доской. В лучшем случае, надо сразу выключить рубильник или предохранители. Оказывающий помощь должен предохранить себя от попадания в электрическую цепь, пользуясь для этого изоляционными материалами (сухие доски, резиновый коврик, стекло, пластмасса). Пострадавшему обеспечивается приток свежего воздуха, полный покой. Поражение электрическим током (электрический удар) может вызвать клиническую (мнимую) смерть. Состояние клинической смерти продолжается от 4 до 12 мин. За это время человек может быть возвращен к жизни в результате оказания медицинской помощи (реанимация), непрямого массажа сердца или искусственного дыхания. Следует иметь в виду, что констатировать смерть может только врач. Поэтому до прибытия врача оказывать помощь пострадавшему надо непрерывно. Пострадавший лежит на спине, под лопатки его подложен мягкий валик (одежда), голова запрокинута назад. Оказывающий помощь делает глубокий вдох, плотно (через марлю, платок) прижимает свой рот ко рту пострадавшего и с силой вдует воздух.

Световые лучи ослепляют сварщика, так как их яркость примерно в 10000 раз превышает допустимую для глаза. Это повреждение выражается заболеванием, называемым катаракта (помутнение) хрусталика, которое может привести к частичной или полной потере зрения. В соответствии с мощностью дуги следует применять светофильтры (ГОСТ 9497-60) Э - 2 (для сварочного 75...200 А), Э - 3 (для сварочного тока 200...400 А), Э - 4 (для тока свыше 400 А). При работе на открытом воздухе сварщик должен огородить место сварки (щитами, ширмами и т. п.), учитывая, что вредные излучения дуги распространяются на 15 м.

Отравление вредными газами возможно при сильном загрязнении воздуха сварочной пылью из окислов и соединений марганца, углерода, азота, хлора, фтора и др. Признаками отравления обычно являются: головокружение, головные боли, тошнота, рвота, слабость, учащенное дыхание и др. Мероприятиями по борьбе с загрязнением воздуха служат внедрение новых марок покрытий электродов и флюсов с наименьшими токсичными свойствами; приточно-вытяжная вентиляция;

Для защиты от ожогов сварщиков обеспечивают специальной одеждой, обувью, рукавицами и головным убором. Иногда для выполнения сварочных работ требуется обязательно разрешение пожарной охраны. В местах электросварочных работ должны быть средства пожаротушения в виде подведенной воды, ящики с песком, щита с противопожарным инструментом (топор, лом, багор, лопата и т.п.) и огнетушителей.

Контрольные вопросы

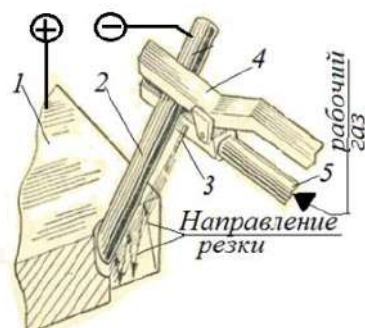
1. Какова защита сварщика от поражения электрическим током?
2. Как оказать помощь пострадавшему от электрического тока?
3. Какое заболевание глаз создают ультрафиолетовые лучи дуги?
4. Какое отравление сварочной пылью получает сварщик?

1.10. Резка металлических конструкций электрической дугой

Принцип электродуговой резки основан на использовании подогревающего действия электрической дуги, горящей между стержневым электродом и разрезаемым изделием, и удалением жидкого металла газами, поступающими под необходимым давлением по дополнительному каналу резака. Без газовая электродуговая резка расплавлением, осуществляемая с использованием тепла электрической дуги, обычно горящей между разрезаемым металлом и электродом (шлак удаляется самотеком).

1.10.1 Электродуговая резка

Резка стальным электродом является одним из распространенных видов разделительной резки. Она основана на выплавлении металла из полости резания теплом электрической дуги, возбуждаемой покрытым электродом и разрезаемым металлом. Этот способ широко применяется при строительном-монтажных работах для грубой разделки металла. Резку производят стальными электродами с качественным покрытием, но более тугоплавким, чем для сварки. Такое покрытие обеспечивает при резке образование небольшого козырька, закрывающего зону дуги. Козырек предохраняет электрод от короткого замыкания на разрезаемый металл. Кроме того, наличие козырька способствует более сосредоточенному нагреву металла и позволяет производительнее вести резку. Успешно используются также электроды с покрытием ЦМ-7 и ЦМ-7с. Электроды диаметром от 4 до 6 мм являются наиболее рекомендуемыми. Величину тока при резке выбирают в пределах 50...60 А на 1 мм диаметра электрода. Источником питания дуги могут служить обычные сварочные выпрямители, генераторы или сварочные трансформаторы.



1-разрезаемый металл, 2- электрод, 3-сопло, направляющее сжатый газ в полость реза, 4 - резак пассатижного типа, 5- трубка для подачи рабочего газа в резак

Рисунок 1.55 - Схема процесса электродуговой разделительной резки;

Электродуговую резку применяют для разрезания металлов толщиной не более 30 мм. При этом расход электрода составляет от 1,0 до 3,0 кг на 1 м разрезаемого металла.

Кислородно-дуговая резка отличается от обычной дуговой резки тем, что на нагретый до плавления участок поверхности металла подают струю чистого кислорода. Кислород прожигает (окисляет) металл участка резания и выдувает образовавшиеся окислы и расплавленный металл из полости резания (рис 1.55).

Применяются следующие виды электродуговой резки не плавящимся электродом: разделительная резка неплавящимся электродом, воздушно-дуговая резка, газо-дуговая резка и плазменно-дуговая резка. Обычная разделительная резка металла неплавящимся электродом производится с помощью угольного, графитового или вольфрамового электрода. Угольные и графитовые электроды диаметром от 12 до 25 мм позволяют разрезать металл толщиной до 100 мм. Резку производят постоянным током при прямой полярности. Величина тока в зависимости от диаметра электрода составляет от 40 до 1000А.

Воздушно-дуговая резка используется как для разделительной, так и для поверхностной резки (строжки). При этом способе между неплавящимся электродом и разрезаемым металлом возбуждают дугу. Теплом дуги расплавляют металл участка резания, а струей сжатого воздуха непрерывно удаляют его из полости резки.

Газо-дуговая резка применяется для разделительной резки алюминия и его сплавов толщиной до 80 мм, а также для резки нержавеющей стали толщиной до 40 мм. Резка осуществляется путем глубокого проплавления металла на участке резания и удаления его струей газа. Электрическая дуга, возбуждаемая между заостренным концом вольфрамового электрода, сжата концентрической струей газа и тем обеспечивает высокую производительность процесса и хорошее качество резки. Для удаления расплавленного металла из участка резания применяют аргон, азот и водород.

При резке алюминия применяют чистый аргон в смеси с 20-35% водорода, а при резке нержавеющей стали применяют азот (для малых толщин металла) или смесь азота с водородом. Давление газа не превышает 3 кг/см² (0,3 Мн/м²).

Контрольные вопросы

1. Какова защита сварщика от поражения электрическим током?
2. Объясните сущность резки неплавящимся электродом.
3. Какое применение и преимущества имеет воздушно-дуговая резка?
4. Объясните сущность и особенности газо-дуговой резки.

1.10.2 Точность и качество резки

Точность и качество поверхности реза зависят в первую очередь от типа используемого оборудования, режимов резки и требований, предъявляемых к детали (заготовки).

Резку можно разделить на заготовительную, когда детали вырезают с припуском на механическую обработку, и чистовую, когда обеспечивают конечный размер детали.

Точность регламентируют предельными отклонениями размеров вырезаемой детали от заданных. Основные отклонения образуются в результате смещений оси резака от заданного контура или в результате

деформаций, возникающих в листе под воздействием электрической дуги и внутренних напряжений в разрезаемом металле. Предусмотрено три класса точности резки металла толщиной от 5 до 100мм: -первый - $\pm 1 \dots \pm 3$ мм; второй - $\pm 2 \dots \pm 4,5$ мм; третий - $\pm 3,5 \dots \pm 5,5$ мм.

Регламентированы также показатели качества поверхности реза. Оценивают величины отклонений поверхностей от перпендикуляра и шероховатость поверхности реза. В случае резки металла толщиной от 5 до 40 мм норма отклонения поверхности от перпендикуляра составляет 0,2...2,5 мм. Шероховатость поверхности определена средней глубиной бороздок, которые оставляет струя режущего газа на разрезаемой поверхности. Для этого диапазона толщин она составляет 0,05-1 мм.

Контрольные вопросы

1. Объясните отличия заготовительной резки от чистовой.
2. Назовите причину отклонений режущей струи от контура резки.
3. Что означает неперпендикулярность кромок реза?
4. Какими параметрами оценивается качество резки?
5. Что такое шероховатость поверхности реза?

1.10.3 Основные дефекты, образующиеся при электродуговой резке стали и способы устранения

Основные дефекты электродуговой резки:

-выхваты на поверхности реза; причины - неправильно закреплен электрод, почистить его канал посадочного места, плохой контакт электрода с резаком, неравномерное перемещение резака;

- не прорезание в нижней части реза; причины – проверить режимы;

- конусность реза, неровный рез с выхватами на верхней части кромки; причины – завышенная скорость резки – скорость рабочего перемещения резака выбирать в зависимости от толщины разрезаемой стали и чистоты кислорода; отрегулировать параметры резки;

- бочкообразность кромок по толщине листа; причина – завышенное давление режущего газа, отрегулировать параметры режущего газа в зависимости от толщины разрезаемого металла;

- оплавление верхних кромок реза; причина – завышенная мощность дуги (отрегулировать мощность), замедленная скорость резки (увеличить), неправильное расположение торца электрода по отношению к поверхности реза (установить расстояние и угол наклона электрода $30 \dots 45^{\circ}$ к поверхности металла);

-неперпендикулярность кромок реза к поверхности изделия; причина – неправильное расположение электрода (установить электрод под требуемым углом резки) чрезмерное или недостаточное давление рабочего газа (отрегулировать давление газа и проверить работу редуктора), перекося электрода при продольном его перемещении в процессе резки (проверить до начала резки перпендикулярность реза на образце из отходов этого листа);

Контрольные вопросы

1. Назовите основные дефекты, образующиеся при электродуговой резке.
2. Как избавиться от бочкообразности кромок реза?
3. От чего создаётся оплавление верхних кромок реза?
4. Как остановить образование выхватов в кромках реза.
5. От чего создаётся не прорезаются нижние кромки заготовки?

1.10.4. Соблюдение правил безопасности ведения работ, пожаро - и электро-безопасность, охрана труда и окружающей среды

При сварочных и электрогазорезательных работах металл разогревается до тысячи и более градусов, в процессах задействован электрический ток большой силы, и зачастую горючие газы. Все это заставляет сварщика быть осторожным, использовать защитную одежду и маску для лица. Одежда сварщика выполняется из негорючих, натуральных материалов. Синтетические ткани не могут использоваться. Для защиты рук сварщик снабжается защитными перчатками или варежками. Наиболее надежную защиту дают рабочие перчатки из спилка или замши. При выборе обуви для сварочных работ отдают подошве без сапожных гвоздей. Защита лица и органов зрения производится с помощью сварочной маски или щитка

Защитить от поражения током может применение следующих правил техники безопасности:

- техника безопасности предписывает подключать сварочное оборудование через электрощит к отдельному защитному автомату и прибору УЗО;

- все электроприборы должны иметь надежное и качественное заземление и зануление. Их выполняют из медного проводника с достаточным сечением;

- длина проводов для подключения сварочного оборудования не должна превышать 10 м. При потребности срастить провод в месте обрыва, соединение требуется проводить с помощью специальной соединительной муфты. Провода лучше провешивать на высоте более 2,5 м, а опускать их потребителям требуется по заземленной стальной трубе. Все места прохождения проводки должны оборудоваться специальными резиновыми муфтами.

- при электродуговых работах на улице или в полевых условиях техника безопасности рекомендует устанавливать сварочный аппарат под навесами или в крытых павильонах. Работы прекращаются при сильном дожде или снегопаде;

- все кабели и провода должны иметь исправную изоляцию. При значительных повреждениях и скрутках инструкция требует заменить сварочный кабель.

Переставлять электрооборудование следует только после выключения из сети. Если надо отлучиться на некоторое время с места работы, то аппарат отключают, а держатель помещают на диэлектрическую основу. Правила техники безопасности при ручной дуговой сварке запрещают продолжать

работу со сломанным защитным шлемом и при небольших щелях в маске или трещинах на стекле. В общем случае в производственном процессе могут возникать опасные физические, химические, психофизиологические, биологические и производственные факторы. К физическим вредным факторам относятся движущиеся части оборудования, появление стружки материалов и осколков инструментов, высокая температура поверхностей деталей и инструментов, повышенное напряжение в цепях электроснабжения различного оборудования. К химическим вредным факторам относятся газовые выделения при обработке полимерных материалов. К биологическим вредным факторам болезнетворные микроорганизмы, появляющиеся при работе с химически активными веществами. Для обеспечения качества работ при терморезки необходимы безопасная и качественная аппаратура, материалы и технология.

В пожарную безопасность можно включить защиту от возможных ожогов путем использования спецодежды, обуви, масок и специальных ширм.

К специальной безопасности относится защита:

- от возможного взрыва при работе в замкнутом пространстве (металлической цистерне и т.д.);
- органов дыхания при работе с выделением вредных газов (оксиды марганца, хрома и прочее), для чего применяются респираторы, совместимые со сварочными масками и удобные в работе;
- при возможной работе на высоте – стандартные средства высотной безопасности (монтажные пояса, страховка)

Контрольные вопросы

1. Назовите основные требования к безопасной работе терморезчика.
2. Какие требования должен выполнить резчик для защиты от поражения электрическим током?
3. Назовите физические, химические, психофизиологические, биологические и производственные факторы влияющие на здоровье терморезчика.
4. Что относят к специальной безопасности работающего терморезчика?

1.11 Ручная дуговая сварка высокопроизводительными методами

При изготовлении сварных изделий производительность труда сварщика может быть повышена за счет организационных и технических мероприятий.

1.11.1 Особенности высокопроизводительной ручной дуговой сварки

К группе мероприятий – организационной, относятся различные прогрессивные приемы и усовершенствования выполнения ручной сварки, которые заключаются в рациональном устройстве электрододержателей, позволяющем уменьшить время на смену электродов; правильном размещении свариваемых деталей и оснастки на рабочем месте, уменьшающем потери времени на переход; использовании приспособлений

для быстрого поворота деталей в процессе сварки; организации удобного места сварщика (специальный стол, вращающийся стул); разделении отдельных операций на переходы и выполнении их в определённой последовательности и другие мероприятия, уменьшающие время перерывов в горении дуги. Комплекс этих мероприятий позволяет сварщикам увеличить время горения дуги в течение рабочего дня на 10-15%, что следует считать большим достижением, так как, например, только время смены электродов составляет 7-10% времени рабочего дня.

Контрольные вопросы

1. Назовите организационные мероприятия, повышающие производительность труда.
2. Объясните, как технологические мероприятия, повышают производительность сварки.

1.11.2 Сварка высокопроизводительными покрытыми электродами

Инженер В.С. Володин разработал способы сварки спаренными электродами и пучком электродов. Спаренные электроды представляют собой два стержня из электродной проволоки длиной 450 мм, сложенные вместе и имеющие общий слой покрытия. Вес покрытия должен составлять около 25% от веса металлических стержней. Сварка спаренными электродами выполняется теми же приемами, как и одним электродом. Спаренные электроды располагают так, чтобы оси стержней лежали в плоскости оси шва, а при большом угле разделки кромок - перпендикулярно оси шва. Электрододержатель должен обеспечивать контакт с двумя стержнями. При сварке шов располагается наклонно под углом $5-10^{\circ}$. Сварка ведется на себя, причем сварщик держит электрод под углом $60-70^{\circ}$ к плоскости металла. Сварку можно производить как на переменном, так и на постоянном токе. Сварка спаренными электродами имеет следующие преимущества перед сваркой одним электродом:

1. Сварка может выполняться на повышенном токе, что увеличивает количество наплавленного металла и повышает производительность на 50-80%.
2. Увеличивается время полезного горения сварочной дуги, потому что сварщик как бы работает электродом длиной $2 \times 450 = 900$ мм и тратит вдвое меньше времени на смену электродов.
3. Улучшаются условия труда, так как дуга горит более устойчиво, электрод не перегревается и дает меньше брызг.
4. Уменьшаются потери металла на угар и разбрызгивание до 8-10% вместо обычных 20-25%.

При сварке пучком электродов берется несколько покрытых электродов, которые скрепляются в нескольких местах проволокой, а контактные концы их сваривают вместе и вставляют в общий электрододержатель.

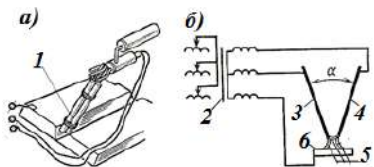
Сварочный ток подводится одновременно ко всем электродам, а дуга

горит попеременно между электродами и свариваемым металлом. Этот способ повышает производительность в 1,5-2 раза и снижает удельный расход энергии на 20-30% по сравнению со сваркой одним электродом. При этом, сварочный источник питания должен иметь напряжение холостого хода не менее 65 В. Для наплавки применяют пучки из нескольких электродов, расположенных в один ряд в виде гребенки (2; 3 и 4 шт.); для сварки используют пучки в форме треугольника (3 шт.), квадрата (5 шт.), прямоугольника (6 шт.) и круга (5 и 7 шт.).

Контрольные вопросы

1. В чем сущность сварки по способу инженера В.С.Володина?
2. Назовите преимущества сварки спаренными электродами.
3. Объясните сварку пучком электродов.
4. Объясните сущность наплавки электродами, собранные гребёнкой?

1.11.3 Сварка трехфазной дугой



1 - связка электродов; 2 - трехфазный трансформатор; 3, 4 - электроды; 5 - три дуги; 6 - свариваемый металл;
Рисунок 1.56 - Схема сварки трехфазным сварочным током:

Этим способом целесообразно сваривать швы с большим объемом наплавленного металла: при изготовлении конструкций из низколегированных и легированных сталей средней и большой толщины, наплавке твердыми сплавами, заварке дефектов стального литья. Сущность способа (рисунок 1, 56, б) состоит в том, что к двум электродам 3 и 4 и свариваемому металлу ток подводится одновременно от трех фаз источника переменного тока 2. В результате возникают три одновременно горящие сварочные дуги 5: по одной между каждым из электродов и электродам и металлом (дуги 3 и 6, 4 и 6) и дуга между электродами 3 и 4. При этом выделяется большое количество тепла, вследствие чего возрастает скорость плавления электродов и производительность сварки увеличивается в 2-3 раза по сравнению со сваркой однофазной дугой. Различают ручную, автоматическую и полуавтоматическую сварку трехфазной дугой.

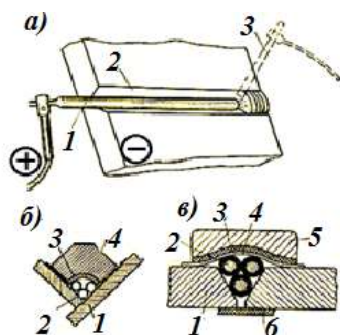
При полуавтоматической сварке трехфазной дугой используется дуги косвенного действия. Автоматическая сварка трехфазной дугой осуществляется аналогично автоматической сварке под флюсом - с механизированной подачей в зону дуги двух обычных электродных проводок, с механизированным перемещением дуги вдоль шва и засыпкой зоны дуги слоем гранулированного флюса. Питание трехфазной сварочной дуги осуществляется от специальных трансформаторов.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущность сварки трехфазной дугой по рисунку 1, 56, б.
2. Что означает полуавтоматическая сварка косвенной дугой?
3. Как выполняется автоматическая сварка 3-х фазной дугой под флюсом?

1.11.4 Сварка лежачим и наклонным электродами

В разделку кромок кладут один или несколько электродов 2. С помощью вспомогательного электрода 3 возбуждают дугу между



а - одним электродом стыкового шва: 1,3 - электроды; 2 - разделка кромок; *б* - несколькими электродами угловых швов: 1 - свариваемые детали; 2 - электроды; 3 - медная накладка; 4 - ребро жесткости для снятия ожидаемой деформации; *в* - несколькими электродами стыковых швов: 4 - слой бумаги для защиты стальной накладки 5 от подгарания; 6 - подкладка под шов;

Рисунок 1.57 - Сварка лежачими электродами:

свариваемым металлом и концом лежачего электрода, которая в последующем горит под слоем покрытия, перемещаясь по длине электрода по мере его плавления (рисунок 1.57,а). Длина лежачего электрода во избежание сильного перегрева должна быть не больше 1200 мм. Покрытие на электрод наносят более толстым слоем (от 1,5 до 3 мм), чем обычно, в зависимости от диаметра электрода. При многослойной сварке в шов можно закладывать одно-временно несколько электродов, как показано на рисунке 1.57,б,в. Каждый из электродов, уложенных в шов, питается от отдельного сварочного трансформатора. От вытекания металла при сварке стыкового шва предохраняет медная подкладка. При сварке

углового шва подкладки не требуются. Сварку лежачим электродом можно осуществлять и под слоем флюса. Сварка лежачим электродом под флюсом может применяться для выполнения как прямолинейных, так и криволинейных швов, для чего необходимы специальные приспособления. Этим способом могут свариваться не только прямолинейные, но и круговые или фигурные. Сущность сварки наклонным электродом, заключается в том, что благодаря его наклонного положения к металлу ($70...80^{\circ}$) происходит самоподача в зону дуги электрода с качественным покрытием. Причем нижний его конец с выступающим покрытием опирается на изделие, в то время как верхний конец закрепляется в специальном скользящем электрододержателе. По мере оплавления электрод перемещается по направляющей вдоль линии сварки параллельно самому себе. Сечение шва регулируется изменением угла наклона электрода. Дуга возбуждается также, как и при сварке лежачим электродом.

Контрольные вопросы

1. Чем примечательна сварка лежачим электродом?
2. Объясните сущность сварки лежачим электродом.
3. Почему под стыковой шов ложится подкладка?
4. Объясните сущность сварки наклонным электродом.
5. Объясните в чем разница сварки лежачим и наклонным электродами?

1.11.5 Сварка погруженной дугой

Способ сварки погруженной дугой (рисунок 1.58) предложен инженером Я. А. Ларионовым и применяется при односторонней сварке

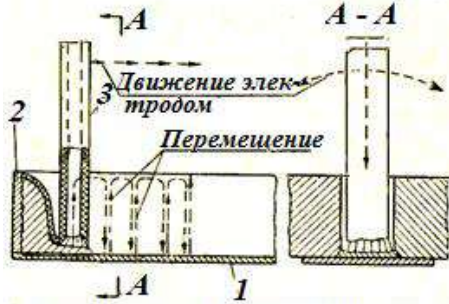


Рисунок 1.58 - Схема сварки погруженной дугой

встык листов толщиной до 20 мм без скоса кромок. Этот способ обеспечивает экономию электродов, времени и затрат труда на подготовку кромок. Этот способ обеспечивает экономию электродов, времени и затрат труда на подготовку кромок. Свариваемые листы помещают на стальную 1 подкладку. На концах шва ставят ограничительные планки 2. Зазор между кромками должен на 1-1,5 мм превышать диаметр электрода 3. Для

устранения сближения кромок в результате усадки (деформация) наплавленного металла листы раздвигают под углом один к другому на 10...20 мм на каждый метр длины шва. Дуга возбуждается на стальной подкладке и по мере образования ванны электрод 3 поднимают вверх, наклоняя то к одной, то к другой кромке листов для их оплавления и сплавления с жидким металлом ванны. Заполнив один вертикальный слой шва, сварщик вновь опускает электрод на соседний участок и повторяет те движения в процессе сварки шва по всей длине. После удаления шлака с поверхности сваренного шва наплавляется декоративный шов, заполняющий по всей длине неровности основного шва.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущность технологии сварки погруженной дугой.
2. Почему свариваемые кромки металла перед сваркой раздвигают на 10-20мм?
3. Объясните особенность сварки плавлением погруженной дугой.

1.11.6 Ванно-дуговая сварка

Ванно-дуговая сварка характеризуется увеличенными размерами сварочной ванны, удерживаемой в специальной форме - ванне. Ванно-дуговой способ применяется при сварке стальных арматурных стержней диаметром 20-100 мм, стыков многорядной арматуры железобетонных сооружений, стыков фланцев, согнутых из полос большого сечения, а также

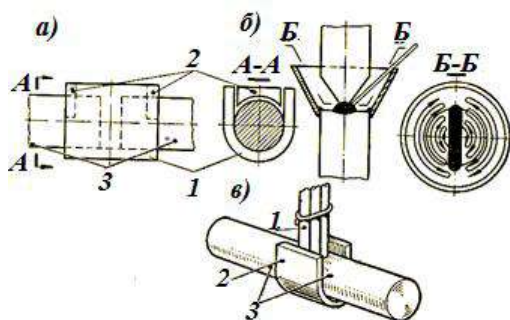


Рисунок 1.59 - Схема ваннодуговой сварки арматурных стержней

других деталей. Для сварки ваннодуговым способом горизонтальных стержней 3 применяется стальная форма 1 (рисунок 1.59, а). При сварке трехфазной дугой применяют еще боковые ограничительные пластинки 2. Зазор между стержнями должен составлять 1,5 диаметра электрода (с покрытием). Горизонтальные стержни сваривают электродами диаметром 5...8 мм с покрытием УОНИ-13/45 или

УОНИ-13/55. Стержни диаметром 20...40 сваривают электродами диаметром 5÷6 мм (сварочный ток 275А), выше - 8мм, на токе 450А. Вначале расплавляют нижнюю стенку формы и сваривают ее с кромками стержней без добавления присадочных прутков. Постепенно, производят колебательные движения электродом перпендикулярно осям стержней, заправляют всё сечение стыка. Излишек шлака удаляют из ванны черпаком. Стыки вертикальных стержней сваривают с применением штампованной формы из листовой стали (рисунок 1,59,б). Верхний стержень скашивают с двух сторон под углом 35° , оставляя на торце площадку шириной 4-6 мм. Зазор между торцами должен быть 2-3мм. Форму предварительно приваривают по окружности к нижнему стержню. Конец верхнего стержня приваривают к нижнему и продолжают заполнение формы жидким металлом, перемещая электрод полукругами попеременно то с одной, то с другой стороны. Одновременно расплавляют поверхности торцов стержней и сплавляют их с металлом ванны. Причиной зашлаковки является слишком быстрый отвод тепла от торцов свариваемых стержней. Для уменьшения зашлаковки следует предварительно подогревать торцы. Стыки стержней диаметром 30-80 мм выполняют многоэлектродной сваркой. В электрододержателе устанавливают параллельно 3-5 электродов, приваренных к пластине. Электроды плавят одновременно, заполняя стык жидким металлом. В настоящее время арматурные стержни большого диаметра сваривают полуавтоматическим способом под флюсом с использованием керамической формы, которая после сварки разбивается и удаляется, а также автоматической электрошлаковой сваркой в медной форме.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущности ванно-дуговой сварки горизонтальных и вертикальных стыков.
2. На каком эффекте основана электрошлаковая сварка вертикальных арматурных стыков и в чем её преимущества?
3. Почему перед сваркой арматуры торцы стержней предварительно подогревают?

1.11.7 Электрошлаковая сварка

Электрошлаковая сварка – это сварка плавлением, производимая с нагревом металла теплом расплавленного шлака, разогреваемого проходящим через него электрическим током. Электрошлаковая сварка осуществляется с помощью специальных устройств (аппараты для электрошлаковой сварки или электрошлаковые автоматы). Процесс электрошлаковой сварки (ЭШС) разработан Институтом электросварки им. Е. О. Патона. Он является единственным высокопроизводительным способом автоматической сварки металла значительной толщины. Сущность процесса электрошлаковой сварки заключается в том, что плавление свариваемых кромок и электродной проволоки происходит за счет тепла, выделяющегося в

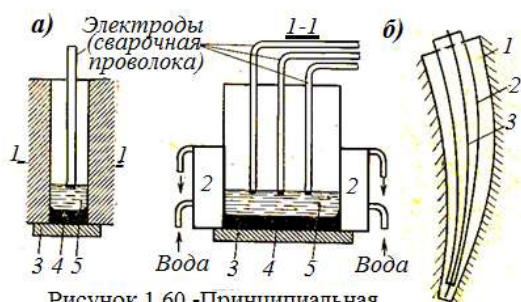


Рисунок 1.60 -Принципиальная электрическая схема электрошлаковой сварки (ЭШС): а - сварка плавящейся проволокой, б - плавящимся мундштуком

расплавленном шлаке при прохождении через него сварочного тока. На рисунке 1.60.а в пространство между свариваемыми кромками 1 изделия и шлак удерживающими приспособлениями (медными ползунами 2, начальной планкой 3 вводятся флюс и электродная проволока или покрытый электрод). Процесс сварки начинается с возбуждения дуги между электродной проволокой и начальной

планкой. Теплом дуги расплавляется флюс и электродная проволока. Образуется жидкая ванна расплавленного металла 4, покрытая слоем жидкого шлака 5. Сварочный ток, проходя через расплавленный шлак, нагревает его до температуры 1600-1700°C. Электродная проволока находясь в ванне нагретого шлака, плавится и дуга гаснет. Дальнейший без дуговой процесс плавки происходит за счет тепла, развиваемого в шлаке сварочным током. По мере заполнения шва металлом медные ползуны, охлаждаемые проточной водой, перемешаются снизу вверх и формируют сварной шов. Применяя электрошлаковую сварку несколькими электродными проволоками или электродами в виде ленты, можно сваривать кромки изделия практически любой толщины. Таким образом разрешена проблема однопроходной сварки толстого металла вертикальным швом. Важным преимуществом электрошлаковой сварки является возможность сваривания швов сложной конфигурации; при этом электродная проволока вводится в шов через специальный плавящийся мундштук, форма которого соответствует форме шва (рисунок 1,60,б). Направляющий мундштук плавится вместе с электродной проволокой, заполняя свариваемый шов металлом. Качество металла шва получается значительно выше, чем при автоматической сварке под флюсом. Это объясняется постоянным наличием над металлом шва жидкой фазы металла и нагретого шлака, что способствует более полному удалению газов и неметаллических включений. Резко снижается влияние на качество шва влажности флюса, ржавчины и различных загрязнений свариваемых кромок изделия. Трудоемкость операций по подготовке изделия под сварку снижается за счет исключения работ по разделке и подготовке кромок к сварке. Кромки обрезаются газокислородной резкой под прямым углом к поверхности свариваемого листа. Удельный расход электроэнергии, флюса и электродной проволоки сокращается, так как процесс протекает в замкнутой системе при небольшом количестве флюса и полном использовании электродного металла.

Контрольные вопросы

1. На каком эффекте основана электрошлаковая сварка и в чем её преимущества?
2. Объясните сущность электрошлаковой сварки плавящимся электродом.
3. Какие преимущества создаются при ЭШС плавящимся мундштуком?

4. Какие преимущества в сварке создала ЭШС при изготовлении толстостенных (300мм) атомных реакторов?

1.12.Сборка и сварка сварных конструкций

Основными параметрами, которые объединяют группы сварных конструкций, являются: конструктивная форма изделия, тип заготовок, толщина, масса и марки металлов, характер сопряжения свариваемых элементов, классификация швов, тип сварного соединения, габариты изделия. В зависимости от количества общих параметров все машиностроительные конструкции подразделяются на виды, типы, классы, подклассы, группы и подгруппы. В подгруппе сварные конструкции имеют максимальное количество общих параметров. Принципиальная и рабочая технология (технологическая карта) разрабатывается на основе соответствующих ГОСТов, технических условий, правил Госгортехнадзора

В общих технических условиях содержатся требования:

- к материалам и заготовкам с указанием методов их приемки и испытания;
- к изготовлению деталей конструкции с указанием способов заготовительных операций;
- к сборочным операциям с указанием допусков на размеры и форму;
- к сварочным операциям с указанием способов сварки, сварочных материалов, квалификации сварщиков;
- к методам и объемам испытаний (контроля) деталей, узлов и изделия в целом с указанием способов устранения дефектов, мест клеймения (то же в отношении качества швов сварных соединений);
- к термической обработке деталей, узлов и всего изделия в целом;
- к приемке готовых изделий, окраске, маркировке и упаковке;
- к технической документации на готовое изделие.

Принципиальная технология производства предусматривает: последовательность технологических операций, разбивку конструкции на отдельные технологические узлы или элементы, эскизную проработку специальных приспособлений и оснастки, расчеты режимов сварки основных сварочных операций, расчеты ожидаемых сварочных деформаций, сравнительную технико-экономическую оценку разработанных вариантов технологии. После окончательного утверждения технического проекта и принятого варианта технологии выполняют рабочее проектирование конструкции и составление рабочей технологии. После окончательного утверждения технического проекта и принятого варианта технологии выполняют рабочее проектирование конструкции и составление рабочей технологии. Различают три типа производства: индивидуальное, серийное и массовое. Особенностью индивидуального производства является отсутствие специализации рабочих мест. Переход на выпуск других конструкций требует иногда переоснащения рабочего места. Поэтому рабочие места оснащают универсальными приспособлениями, которые могут быть

использованы при изготовлении различных конструкций.

При изготовлении изделий большими партиями производство является серийным. Рабочие места при серийном производстве оснащают специализированными приспособлениями, применение которых позволяет увеличить производительность труда и повысить качество продукции.

При массовом производстве рабочие места также строго специализированы и оснащены специализированным оборудованием и быстродействующими приспособлениями. При массовом производстве применяют механизированные поточные линии сборки и сварки, а также автоматические линии.

Чтобы изготовить сварную конструкцию технологи готовят технологическую карту - документ, в котором описан подробный технологический процесс изготовления конструкции, выполнение положений которой является строго обязательным.

Технологические карты составляют на заготовку, сборку и сварку конструкции. В большинстве случаев технологию сборки и сварки приводят в одной карте, в порядке очередности выполнения операций.

К заготовительным операциям относят: правку листового и профильного проката, разметку и наметку, раскрой проката, обработку кромок и торцов, гибочные и вальцовочные работы. Правку листовой и универсальной стали производят в холодном состоянии на листопрямильных вальцах. Сущность правки листовой стали объясняет рисунок 1.61. Гнутый

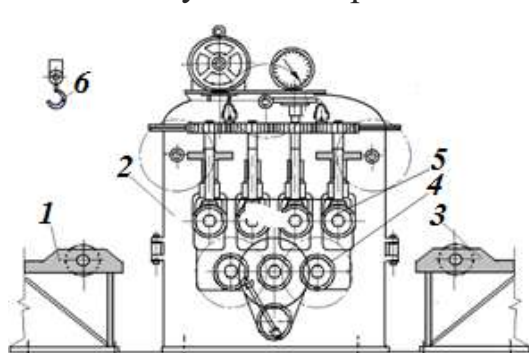
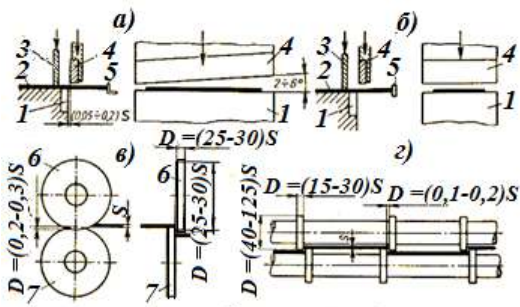


Рисунок 1.61 - Схема компоновки рабочего места правки листов на семивалковой листопрямильной машине

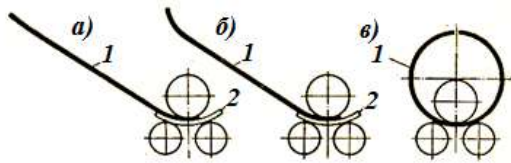
профиль с помощью грузоподъёмного устройства 6 укладывается на приводной приёмный рольганг 1, который подводит лист в проём двух первых (верхний - 5 и нижний - 4 ряд) роликов машины 2, оператор устанавливает зазор между двумя рядами правильных роликов равный или больше толщине листа; включается в работу листопрямильная машина, выполняется правка. Лист выводится на приёмный рольганг 3, где оператор проверяет горизонтальность с помощью металлической линейки. При обнаружении кривизны оператор устанавливает новый зазор между рядами валков; запускается движение листа в обратном направлении. В дальнейшем после каждого прохода через валки оператор с помощью метровой металлической линейки на ребро в двух взаимно-перпендикулярных направлениях проверяет горизонтальность по всей длине листа. Допустимое отклонение плоскости листа от горизонтали линейки не должно превышать 1...1,5 мм на метровой длине. Разметкой называют процесс вычерчивания детали на материале в натуральную величину с нанесением линий гибов, вырезов и центров отверстий. В индивидуальном производстве линии разметки находят построением. При заготовке нескольких одинаковых деталей размечают по шаблону. Контур шаблона



а - гильотинные; б - пресс-ножницы;
в - дисковые; г - многодисковые; 1, 4 -
ножи; 2 - разрезаемый лист; 3 - прижи-
мы; 5 - упор; 6 и 7 - дисковые ножи;

Рисунок 1.62 - Ножницы для резки
металла:

(рисунок 1.62, а, б, в, г). Продольные кромки прострагивают на кромкострогальных станках, торцы - на торце фрезерных станках. На кромкострогальных станках можно обрабатывать кромки деталей длиной до 17,5 м. В процессе строгания при необходимости можно скашивать кромки для образования разделки под сварку.



а, б - подвальцовка концевых участков
листа; в - вальцовка листа в замкнутый
цилиндр; 1 - лист; 2 - постель;

Рисунок 1.63 - Схема вальцовки прокатного
профиля на трехвалковых листогибочных
вальцах:

называют вальцовкой. Для того чтобы деталь после вальцовки получила форму цилиндра, кромки листов предварительно подгибают по меньшему радиусу (рисунки 1.63, а, б). Кромки подгибают на кромкогибочном станке или в трехвалковых вальцах. Гибку в нагретом состоянии проводят при необходимости получения деталей с малым радиусом кривизны, а также при гибке деталей значительной толщины.

Сборка сварных конструкций заключается в размещении элементов конструкции (узла) в порядке, указанном в технологической карте, и предварительном скреплении их между собой с помощью приспособлений и наложении прихваток. Сборка - одна из наиболее ответственных операций. От качества сборки в значительной степени зависит качество сварной конструкции. Например, сборка с увеличенными зазорами, с несовпадением свариваемых кромок по толщине требует наложения швов с большим объемом наплавленного металла, что приводит к увеличенным остаточным деформациям конструкции. При сборке конструкций широко используют разнообразные сборочные и сборочно-сварочные приспособления. Тип приспособления определяется серийностью производства и степенью сложности конструкции. При индивидуальном производстве применяют преимущественно универсальные приспособления, в серийном производстве

вычерчивают построением. Материал шаблона - фанера, картон, дерево, листовая сталь. Разметка по шаблону называют наметкой. Наиболее прогрессивная вырезка деталей без разметки, по механическим копиям или фотокопированием. Совмещая разметку с вырезкой деталей на газопламенных аппаратах, можно существенно сократить общую трудоемкость заготовки. Раскрой проката осуществляют на гильотинных, дисковых, угловых и пресс-ножницах.

Гибочные работы в зависимости от толщины и сортамента металла, а также радиуса кривизны производят в холодном или нагретом состоянии. Цилиндрическую или коническую форму придают деталям на трехвалковых листогибочных вальцах (рисунок 1.63, а, б, в). Холодную гибку на вальцах листовых деталей по заданному радиусу

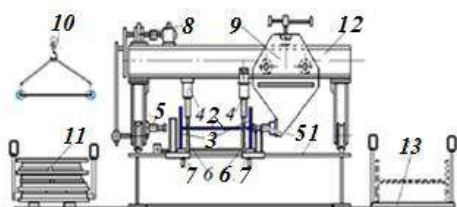


Рисунок 1.64 - Стенд им. инженера Костюхина для сборки балочных конструкций

наряду с универсальными приспособлениями применяют специализированные сборочные установки с быстродействующими прижимами. Так, например, сборка балочных конструкций на стенде инж. Костюхина (рисунок 1.64). Стенд позволяет собирать 12 м балки, 18 м колонны и другие конструкции. С помощью подъемно-транспортного устройства 10 заготовки (полки 3 и стенка двутавра 2) из контейнера 11 поднимают и устанавливают в посадочные места на опорном столе 1 стенда. Сборщик с помощью приводного механизма 8 подгоняет портал 12 в начальную точку балки и пневмоприжимами 4 прижимает стенку 2 к её опорной части и стенок 6, 7. Затем поочередно запускает горизонтальные пневмоприжимы 5, 9, чтобы прижать полки к стене. После проверки перпендикулярности деталей сборщик выполняет прихватки полок к стенке (катет 3 мм, длина шва 25 мм). После зачистки прихваточных швов от шлака, сборщик, отключив все пневмоприжимы, отгоняет портал на 800 мм, чтобы выполнить следующие две прихватки и повторить все предыдущие переходы. И так далее до конца балки. Затем, отогнав портал на безопасное место, балку с помощью подъемного устройства кантуют на 180° и вновь устанавливают на место сборки. Сборщик вновь подгоняет портал, чтобы прихватить стенку к полкам с обратной стороны стенки. Собранную балку в итоге устанавливают на стенд, чтобы проверить её геометрические параметры и по готовности отправляют в накопитель 13. Кроме рассмотренного варианта сборки используют универсальные сборочные приспособления на стеллажах, сборочных плитах, роликовых стендах. В качестве специализированных приспособлений применяют разнообразные установки с механическими, пневматическими и гидравлическими зажимами. Широкое распространение в производстве сварных металлоконструкций получили сборочно-сварочные приспособления, обеспечивающие поворот изделий в положение, удобное для сварки, а также перемещение изделий в процессе сварки. К ним относятся позиционеры, кантователи, манипуляторы, вращатели, роликовые стенды.

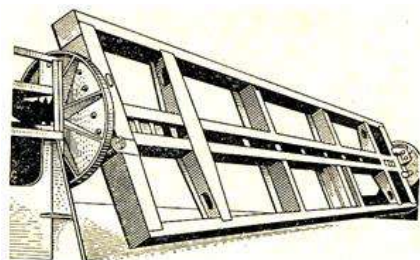


Рисунок 1.65 - Двухстоечный кантователь с электромеханическим приводом

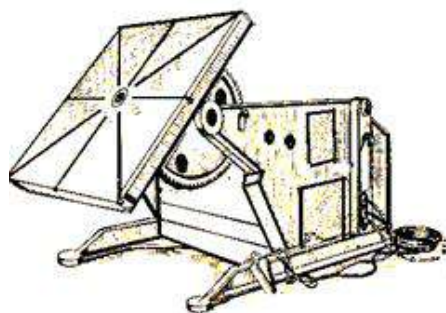


Рисунок 1.66 - Позиционер карусельного типа СМ-500

Кантователь с электромеханическим приводом показан на рисунке 1.65. Изделие крепят в планшайбах стоек кантователя и поворачивают с помощью привода в удобное для сборки и сварки положение. Позиционер (рисунок 1.66) предназначен также для установки изделий в удобное для сборки и сварки положение и обеспечивает вращение

изделий с маршевой скоростью при различных углах наклона оси вращения. Лучшей формой организации сборочно-сварочных работ являются поточные линии. Поточные линии могут иметь разные формы организации и разное конструктивное оформление в зависимости от программы производства, конструкции изделия, производственных площадей, уровня механизации в цехе.

Контрольные вопросы

1. Что содержит документ под названием «Технологическая карта»?
2. Какие требования содержат технические условия?
3. Назовите типы организации производства в сварочном производстве.
4. Чем отличаются операции разметки от намётки?
5. Объясните сущность сборочных операций на стенде инженера Костюхина.

1.13 Комплексная проверка подготовительных, сборочных и сварочных операций

Контроль качества сварочных работ начинается еще до того, как сварщик приступил к сварке изделия. При этом проверяют качество основного металла, сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки, флюса и т. д.), заготовок, поступающих на сборку, состояние сварочной аппаратуры и качество сборки, а также квалификацию сварщиков. Все эти мероприятия носят название предварительного контроля. В процессе сварки проверяют внешний вид шва, его геометрические размеры, производят обмер изделия, осуществляют постоянное наблюдение за исправностью сварочной аппаратуры, наблюдают за выполнением технологического процесса. Указанные операции составляют текущий контроль

Последней контрольной операцией является проверка качества сварки в готовом изделии. Для этой цели существуют следующие виды контроля: внешний осмотр и обмер сварных соединений, испытание на плотность, просвечивание рентгеновскими или гамма-лучами, контроль ультразвуком, магнитные методы контроля, люминесцентный метод контроля, металлографические исследования, механические испытания. Вид контроля качества готового изделия выбирают в зависимости от назначения изделия и требований, которые предъявляются к этому изделию техническими условиями или ГОСТом.

Качество основного металла должно соответствовать требованиям сертификата, который посылают заводы-поставщики вместе с партией металла. В нем указывают наименование завода-изготовителя, марку и химический состав стали, номер плавки, профиль и размер материала, массу металла и номер партии, результаты всех испытаний, предусмотренных стандартом, номер стандарта на сталь данной марки. При наружном осмотре металла проверяют отсутствие на металле окалины, ржавчины, трещин, расслоения и прочих дефектов. Предварительная проверка металла с целью обнаружения дефектов поверхности является необходимой и обязательной,

поскольку она предупреждает применение некачественного металла для сварки изделия.

Перед поступлением заготовок на сборку проверяют: чистоту поверхности металла, габаритные размеры заготовок, качество подготовки кромок, углы скоса кромок. Предупреждение дефектов в заготовках избавит от лишней работы по их исправлению.

В собранном узле контролю подлежат: зазоры между кромками свариваемых деталей, отсутствие или малая величина которых приводит к не провару корня шва, а большая - к прожогам и увеличению трудоемкости процесса сварки; превышение одной кромки относительно другой в стыковом соединении, относительное положение деталей в собранном узле, правильное наложение прихваток.

Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, наружные трещины, не провары, свищи и поры и другие внешние дефекты. Размеры швов должны соответствовать размерам, указанным в чертеже. Не допускается какое бы то ни было уменьшение фактического размера шва по сравнению с заданным, (номинальным) размером. На рисунке 1.67,а показан контрольный шаблон, имеющий вырезы под

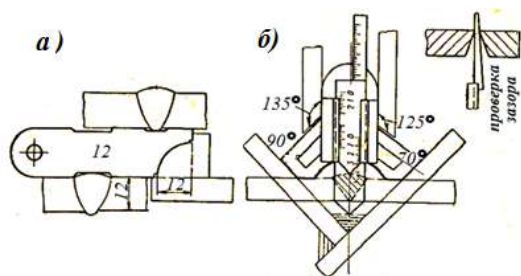


Рисунок 1.67 - Измерительные инструменты:
а - шаблон для измерения размеров шва; б - универсальный измеритель сварных швов;

определенный размер шва. Универсальный измеритель со шкалой (рисунок 1.67,б) служит для определения катета углового шва, величины усиления и подрезов в стыковом шве. Он может быть применен также для контроля подготовки деталей под сварку. Для контроля шага прерывистого шва можно использовать обычный мерительный инструмент.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущности контроля: предварительного, текущего и сварного изделия в целом.
2. Что указано в сертификатах завода-поставщика на металлопродукцию?
3. Что проверяется при визуальном осмотре поступающей в цех металлопродукции?
4. Что контролируется, в поступающей в цех, сварочной проволоке?
5. Когда проверяют квалификацию сварщика?
6. Что выявляют внешним осмотром в швах?

1.13.1 Методы контроля плотности сварных швов

Испытаниям на плотность подвергают сварные емкости для горючего, масла, воды, сварные трубопроводы, газгольдеры, паровые котлы и др. Существует несколько методов контроля плотности сварных швов.

Гидравлическое испытание. При этом методе испытания в сосуде после наполнения его водой с помощью насоса или гидравлического пресса

создают избыточное давление. Давление при испытании обычно берут в 1,5-2 раза больше рабочего. Величину давления определяют по проверенному и опломбированному манометру. Испытуемый сосуд под давлением выдерживают в течение 5...10 мин. В это время швы осматривают на отсутствие течи, капель и отпотеваний. Кроме того, испытание может производиться наливом воды. Так испытывают вертикальные резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, газгольдеры и другие ёмкости.

Пневматическое испытание. При пневматическом испытании сжатый газ (воздух, азот, инертные газы) или пар подают в испытываемый сосуд. Сосуды небольшого объема погружают в ванну с водой, где по выходящим через не плотности в швах пузырькам газа обнаруживают дефектные места. Самым простым пенным индикатором является водный раствор мыла. Для испытания при отрицательных температурах, пригодны смесь мыльного раствора с глицерином, льняное масло и другие. При испытаниях под давлением не допускается обстукивание сварных швов и исправление дефектов.

Вакуум-испытания. Участок шва, проверяемый на плотность, смачивают водным раствором мыла. На шов устанавливают вакуум-камеру, представляющую собой коробку с открытым дном и прозрачной верхней крышкой из плексигласа. По контуру открытого дна вакуум-камера имеет резиновое уплотнение. Из камеры выкачивают воздух до определенного разрежения. По вспениванию мыльного раствора, которое наблюдают через крышку, обнаруживают расположение дефектов. Этот метод нашел применение при контроле стыковых швов днищ резервуаров.

Испытание керосином. Этот метод испытания основан на явлении капиллярности, которое заключается в способности многих жидкостей, в том числе и керосина, подниматься по капиллярным трубкам (трубкам малого поперечного сечения). Такими капиллярными трубками являются сквозные поры и трещины в металле сварного шва. Одну сторону стыкового шва покрывают водным раствором мела, после высыхания которого другую сторону смачивают керосином. Время выдержки изделия после смачивания керосином зависит от толщины свариваемых деталей: чем больше толщина и чем ниже температура воздуха, тем больше время выдержки.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущность испытания на плотность швов с использованием керосина.
2. Какой метод применяется при контроле стыковых швов днищ резервуаров?
3. Объясните сущность гидравлических испытаний швов в сосудах.

1.14 Производственные электросварочные работы

Развитие современной промышленности неразрывно связано с возникновением новых способов обработки и соединения различных материалов. Сварочное дело в этих случаях - одно из наиболее надежных.

Технология сварки также развивается и совершенствуется. Одним из молодых и перспективных направлений является плазменная сварка. Этот метод значительно упрощает и облегчает работу, что заслуживает более подробного рассмотрения.

1.14.1 Сущность плазменной сварки

Плазма - ионизированный газ, в котором концентрация положительно - и отрицательно заряженных частиц почти одинаковы, а хаотическое движение частиц преобладает над упорядоченным движением их в электрическом поле. Плазменная сварка - это сварка плавлением, при которой нагрев производится направленным потоком дуговой плазмы (плазменной струей). Плазменную дугу получаю в специальных устройствах, которые в сварочных процессах называют плазменными горелками (плазмотронами). Наиболее распространены способы получения плазменных дуг путем сжатия и интенсивного охлаждения газовым потоком столба дугового разряда, горящего в сравнительно узком канале плазменной горелки. В центральной части сварочной дуги газ нагрет до температур 5000-30000°С, имеет высокую электропроводность. Возбуждение прямой дуги (минус на катоде) выполняется в следующей последовательности: перед сваркой в плазмотрон 1 по каналам запускаются плазмообразующий и защитный газы; между катодом 2 и соплом 10 с помощью осциллятора 6 (от источника питания 5) создается искровой разряд, который, являясь электропроводящим мостиком, возбуждает «дежурную» дугу (малая дуга 70 А). Плазмообразующий газ (используют аргон в чистом виде, или с добавкой гелия, водорода), находясь под давлением, растягивает эту дугу до контакта с изделием 3. Возбуждается рабочая 4 плазменная, сварочная дуга между

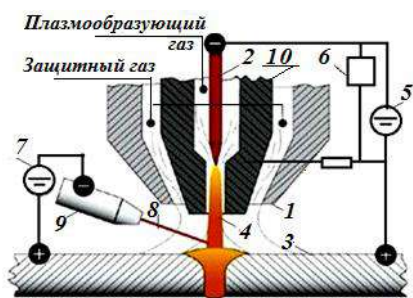


Рисунок 1.68 - Сущность плазменно-дуговой сварки

(вольфрамовым) катодом 2 и анодом (изделие 3). В этот момент подающий механизм запускает присадочную проволоку 8; возбуждается вторая дуга от источника питания 7 (через мундштук 9) между электродом 8 и изделием 3). Начинается плавление свариваемых кромок изделия вместе с присадочной проволокой 8, включается перемещение плазмотрона, образуется продольный сварной шов (рисунок 1.68). Газ,

перемещающийся вдоль стенок сопла, менее ионизирован и имеет пониженную температуру. Благодаря этому предупреждается расплавление сопла. Однако большинство плазменных горелок (плазмотронов) имеют дополнительное водяное охлаждение. Плазменной дугой можно сваривать практически все металлы в нижнем, горизонтальном и вертикальном положениях. К преимуществам плазменной сварки относятся высокая производительность, малая чувствительность к колебаниям длины дуги, устранение включений вольфрама в металле шва. Без скоса кромок можно сваривать металл толщиной до 15 мм с образованием провара

специфической формы. Для сварки металла толщиной до 1 мм успешно используют микроплазменную сварку дугой косвенного действия, в которой сила сварочного тока может быть равной от 0,1 до 25 А; используется микроплазматрон. Плазменная сварка на средних токах до 150 А позволяет

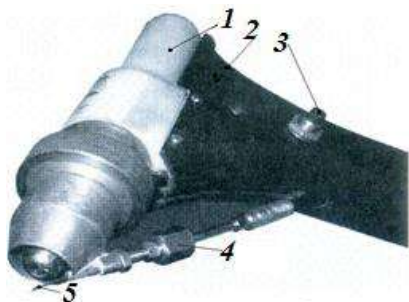


Рисунок 1.69 - Плазматрон для полуавтоматической сварки металлов

варить с высокой точностью. Происходит глубокое, но не широкое расплавление материала. На токах свыше 150 А мощность дуги насквозь проплавляет деталь.

Для полуавтоматической сварки черных и цветных металлов в плазменных установках используют универсальную горелку, изображенную на рисунке 1.69. Она состоит из корпуса плазматрона 1, рукоятки 2 с кнопкой 3 для запуска газов в плазматрон, зажигания плазмы, включения подачи сварочной, присадочной проволоки 5. Диаметр проволоки можно менять благодаря съемному устройству 4. Для получения стыковых соединений применяют, как правило, односторонние швы, выполняемые за один проход с полным проплавлением кромок на всю толщину свариваемого металла. В некоторых случаях, например, при сварке стыковых кольцевых швов, применяют многопроходную одностороннюю сварку.



Рисунок 1.70 - Плазматрон для автоматической сварки алюминиевых сплавов на постоянном токе обратной полярности (минус на изделии) на токе до 500 А

Первый проход выполняется на токе меньше номинального и служит для прихватки кромок соединяемых деталей, а следующим проходом осуществляют проплавление кромок на всю толщину (например, сварка алюминия и его сплавов). При этом швы больших толщин выполняют с помощью автоматической установки с высокотокковым плазматроном (рисунок 1.70). Он состоит из корпуса 1 с трубками 2, 4 для входа и выхода воды, охлаждающей сопло горелки. По трубке 3 подается защитный газ в плазматрон, а по 7,8,9 плазмообразующие газы с разными расходами. По трубкам 5,6 подается вода, охлаждающая анодный (при сварке на обратной полярности) узел. Подключение анодного электрода плазматрона к источнику питания и крепление на автомате осуществляется с помощью проушины 10. После зажигания основной дуги плазматрон не перемещается до тех пор, пока на кромках не образуется сварочная ванна (при ручной сварке). После этого плазматрон перемещается по стыку в направлении сварки. Угол наклона плазматрона поддерживается в пределах 60...80° при ручной и 80...90° при автоматической сварке (сварка углом вперед). Сварочный автомат состоит из электропривода для автоматического перемещения по стыку, плазматрона 1, подающего механизма 2 с направляющей трубкой для присадочной проволоки, регулирующего

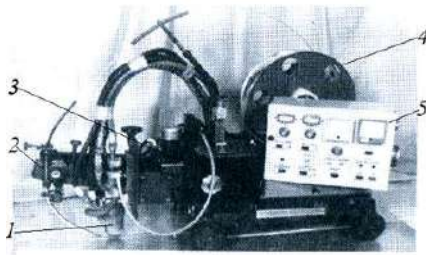


Рисунок 1.71 - Сварочный автомат для плазменно-дуговой сварки изделий

механизма 3 для вертикального перемещения плазматрона, кассеты 4 с проволокой, пульта управления 5. Сварочный автомат поперечных колебаний плазматрона не производит (рисунок 1.71). Защитный газ подается еще в течение нескольких секунд после окончания процесса сварки и отключения основной дуги. Плазменный сварочный процесс благодаря

сжатой дуге позволяет сконцентрировать в пятне нагрева высокую энергию, благодаря чему этот вид сварки стал перспективным для соединений из алюминия и его сплавов. При разработке технологии сварки любых металлов следует учитывать их исходные свойства. Например, низкоуглеродистые спокойные и полуспокойные стали успешно свариваются при использовании в качестве защитного газа аргоноводородной смеси. Кипящие стали склонны к образованию пор, появляющихся в результате взаимодействия водорода с оксидами железа во время кристаллизации расплава сварочной ванны. Поэтому содержание водорода в защитном газе не должно превышать 3%.

Контрольные вопросы

1. Объяснить сущность процесса плазменной сварки металлов;
2. Что означает плазменная дуга для сварки прямого и косвенного действия?
3. Объясните технологию возбуждения плазменной дуги прямого действия?
4. Расскажите о назначении и содержании защитного и плазмообразующего газа;
5. Объясните сущность плазменной сварки шва с полным проплавлением толщины свариваемого металла;
6. Какой плазменной дугой сваривается металл толщиной до 1 мм?
7. Почему плазменная (косвенная) дуга, возбужденная между катодом (вольфрам) и соплом (медь), не разрушает анод?

1.15 Выполнение чертежей, графических изображений технических объектов. Чтение чертежей машиностроительных деталей и сварных металлических конструкций

Чертеж - это графический документ, содержащий изображение предмета на плоскости, выполненное по установленным правилам проектирования с соблюдением принятых требований и условностей. Чертеж должен передавать форму и размеры предмета, а также содержать все данные, необходимые для его изготовления и контроля. Чертежи, выполненные от руки и на глаз с соблюдением пропорций, называют эскизами, но размеры, проставленные на эскизе, должны соответствовать действительным размерам детали. Наглядные изображения предмета в аксонометрических или перспективных проекциях, выполненных от руки, на глаз, без точного соблюдения размеров, называются техническими рисунками.

1.15.1 Основные способы графического изображения деталей

В основу построения изображений предметов положен метод проекций.

Сущность метода проекции заключается в том, что через данный предмет проводят пучок лучей до пересечения с некоторой плоскостью.

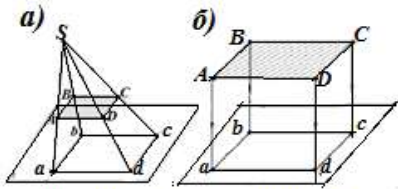


Рисунок 1.72 - Варианты проецирования лучей: а - центральное; б - прямоугольное;

Совокупность полученных при этом точек пересечения представляет собой изображение, называемое проекцией, а процесс построения изображения называется проецированием. Плоскость, на которой получается проекция, называется плоскостью проекций. Если проецирующие лучи исходят из одной точки, проецирование называется центральным (рисунок 1.72,а). Центральную проекцию часто называют перспективой.

Примерами центральной проекции являются фотоснимки и кинокадры, тени, отброшенные от предмета лучами электрической лампочки, и т. д. Если проецирующие лучи параллельны друг другу, то проецирование называется параллельным, а полученная проекция – параллельной. В том случае, когда проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проекций, проецирование называется прямоугольным. Полученная при этом проекция называется прямоугольной (рисунок 1.72,б). Изображения предметов на технических чертежах, исключая аксонометрические проекции, строятся по методу прямоугольного проецирования согласно правилам, установленным ГОСТ 2.305-68.

Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только этот вид

проецирования. В пространстве плоскость проекций может располагаться как угодно: вертикально, наклонно, горизонтально (рисунок 1.73). Чтобы получить проекцию предмета на плоскости, его располагают параллельно этой плоскости (1-е условие) и через каждую вершину проводят лучи

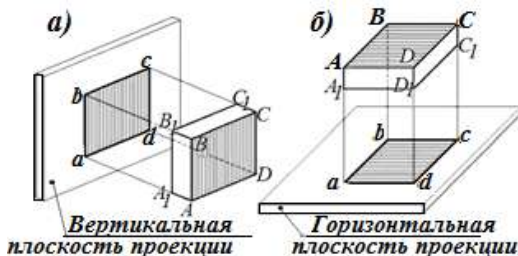


Рисунок 1.73 - Варианты проецирования объектов на плоскости проекции

перпендикулярно этой плоскости (2-е условие).

Контрольные вопросы

1. Опишите сущность метода проекции.
2. Назовите виды проекций.
3. Какое изображение называют чертежом?
4. Какое изображение называют рисунком?
5. Назовите два условия проецирования.

1.15.2 Выполнение эскиза детали

Эскиз – чертёж, выполненный от руки без помощи чертёжных инструментов по правилам прямоугольного проецирования в глазомерном

масштабе с приблизительным соблюдением пропорций элементов предмета. Эскиз служит для выполнения по нему рабочего чертежа, он должен содержать все необходимые сведения (форма предмета, размеры и пр.). Эскиз каждого предмета выполняется на отдельном формате без указания масштаба мягким карандашом.

Порядок выполнения эскиза:

- ознакомиться с предметом, определить форму и основные составные элементы, которые можно представить в виде простых геометрических тел;
- выбрать главный вид, дающий наибольшее представление о форме и размерах предмета; обычно предмет изображают на главном виде в рабочем положении, т.е. в том положении, которое предмет занимает при эксплуатации;
- определить необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений).

Число изображений должно быть минимальным, но достаточным, чтобы полностью выявить все формы предмета и нанести их размеры;

- выбрать формат листа для эскиза в зависимости от размера выбранных ранее изображений. Размеры этих изображений должны позволить чётко отобразить все элементы предмета и нанести необходимые размеры и условные обозначения;

- подготовить лист для планировки размещения на нем изображений, ограничить лист внешней (тонкой линией) и внутренней (основной линией) рамкой, выделить место для основной надписи;

- спланировать размещение изображений на рабочем поле листа. Для этого тонкими линиями строят прямоугольники с осевыми линиями, отражающими плоскости симметрии предмета. В данные прямоугольники затем вносят изображения. Прямоугольники должны отстоять друг от друга, от рамки и основной надписи чертежа на расстоянии достаточном для нанесения размерных линий и условных знаков.

- внутри габаритных прямоугольников нанести виды предмета, соблюдая пропорции элементов предмета и проекционную связь всех изображений. После этого удалить линии габаритных прямоугольников.

- построить разрезы и сечения и нанести на них линии штриховки;
- нанести выносные и размерные линии и условные обозначения, характеризующие вид поверхности (диаметр, радиус, квадрат и пр.);
- нанести размерные числа на размерных линиях;
- окончательно оформить эскиз. Обвести все линии чертежа согласно ГОСТ 2.303-68 и заполнить основную надпись в поле формата.

Контрольные вопросы

1. Что обозначает эскиз?
2. Для чего служит эскиз?
3. Почему эскиз выполняют без масштаба?

1.15.3 Чтение чертежей сварных металлических конструкций

Прежде чем приступить к чтению чертежей металлоконструкции, разрабатываются чертежи самой конструкции резервуара, которые называются чертежами стадии КМ (конструкция металлическая). Она еще не содержит сведений о сварке и её проектировании. Чертежи КМ обычно снабжены пояснительной запиской, в которой в текстовой форме излагаются результаты проведенных расчетов и принятые решения, которые эти расчеты обосновывают. Вместе с этим, в пояснительной записке содержатся технические и нормативные документы, которые используют при создании чертежей с общими размерами конструкции и ссылки на ГОСТы. Данная записка призвана облегчить чтение схем конструкции. Полный проект на стадии КМД (конструкция металлическая детализированная) разрабатывается по КМ и представляет собой набор из заглавного листа, с общими данными, ведомостей, чертежей монтажных схем, монтажных узлов и чертежей отправочных элементов. По просьбе заказчика в проект могут быть включены: чертежи деталей отдельно, 3D схемы, особые ведомости, т.д.

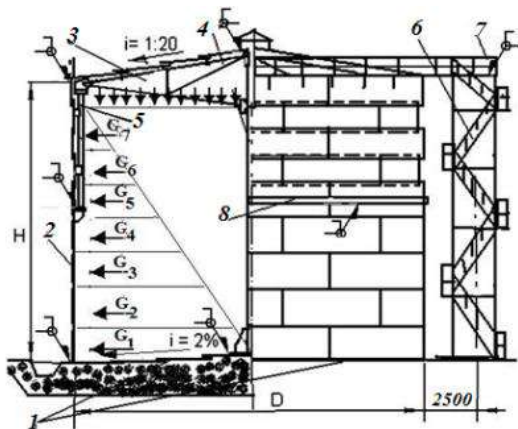


Рисунок 1.84 - Общий вид вертикального цилиндрического сварного резервуара

Отражением этих сведений является резервуар. Цилиндрический резервуар состоит из сварных узлов (днище 1, корпус 2, кровля с крышей 3, 4, опорная стойка 5, шахтная лестница с ограждением 6, 7 и другие узлы), которые изготавливаются в заводских условиях, а сама конструкция резервуара собирается и сваривается из этих узлов на монтаже (включая подготовку и монтаж узлов, их сборку, сварку, испытания конструкции, покраску, рисунок 1.84). На все узлы разрабатываются чертежи типа КМД,

включая монтажные работы. Рассмотрим чтение чертежей изготовления днища резервуара в заводских условиях. Днище собирается из двух половин. Каждая половина на заводе собирается из листа с размерами 1.5 (ширина) x 6 (длина) м². Листы днища со стенкой толщиной до 8 мм собираются по длине внахлестку (рисунок 1.85,а) на прихватках. Количество листов определяет диаметр днища. Полученные полосы собираются между собой внахлестку на прихватках с последующей автоматической сваркой их угловых швов под

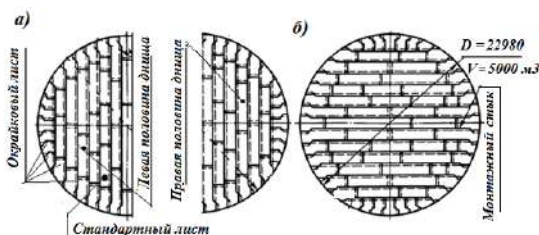


Рисунок 1.85 - Заводское изготовление половинок днища - а и контрольная общая сборка днища - б для корректировки геометрических параметров монтажного стыка

слоем флюса. Полученная половина днища дополняется по торцам крайковым листом. Причем, сборка крайки выполняется так, чтобы конструктивно получилась плоская поверхность краёв днища (без нахлеста) под стенку цилиндрического корпуса резервуара (рисунок 1.85,б). После

проверки всех швов в половинках на плотность и контрольной сборки

полотнища днища, их отправляют на рулонирование (наружный диаметр рулона 3 м), чтобы отгрузить рулон на монтажную площадку. Там обе половинки разворачивают на ровной площадке, выправляют. На подготовленном фундаменте половинки собирают в одно целое (днище) и монтажным стыком сваривают. Монтажный шов проваривают обратноступенчатым способом ручной дуговой или полуавтоматической дуговой сваркой. После проверки качества монтажного шва на плотность монтируют цилиндрический корпуса резервуара, разворачивая его рулон в вертикальном положении на плоском днище. К днищу по краям окрайки привариваются временные упоры, чтобы кромки цилиндра не выходили за пределы днища. При этом нижние кромки цилиндра фиксируются прихватками. После сборки днища с цилиндрическим корпусом с обеих сторон его вертикальной стенки, выполняется автоматическая сварка углового шва.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных узлов состоит цилиндрический резервуар?
2. Что называют окрайковым листом в конструкции резервуара?
3. Как собирается и сваривается половинка днища?
4. Что означает монтажный стык;?
5. Почему элементы днища рулонировуют?

1.16 Специфика производства

1.16.1 Организация проведения инструктажей по охране труда на предприятии при выполнении электросварочных работ

Согласно ГОСТ 12.0.004—79, по характеру и времени проведения инструктаж рабочих подразделяется на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий.

Вводным инструктажем охватывают всех принимаемых на работу, независимо от образования, стажа работы по данной профессии или должности, а также командированных, учащихся и студентов, прибывших на производственное обучение или практику. При прохождении вводного инструктажа рабочий должен усвоить следующее: общие сведения о сварочном производстве, строительно-монтажной площадке, законодательство по охране труда, порядок расследования и оформления производственного травматизма и профессиональных заболеваний, правила внутреннего трудового распорядка.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми в организацию, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику, с рабочими, выполняющими новую для них работу. При прохождении первичного инструктажа рабочий должен усвоить следующее: общие сведения о технологическом процессе и оборудовании, используемом при проведении данной конкретной технологии (операции), основные опасные и вредные производственные факторы, безопасную организацию и содержание рабочего места;

порядок подготовки к работе (проверка исправности оборудования, приборов, инструмента и приспособлений, блокировок, защитного заземления);

Повторный инструктаж на рабочем месте осуществляют для проверки и повышения уровня знаний правил и инструкций по охране труда индивидуально или с группой рабочих одной профессии, с бригадой по программе инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте выполняют при:

- изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов;

- влияющих на безопасность труда;

- изменении правил по охране труда;

- нарушении рабочим требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару;

- перерывах в работе для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда,- более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ - 60 дней. Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой рабочих одной профессии в объеме первичного инструктажа на рабочем месте.

Текущий инструктаж на рабочем месте проводят с рабочими перед производством работ повышенной опасности, на которые оформляется наряд-допуск. В этом допуске делают запись о проведении текущего инструктажа. Знания, полученные при инструктаже, проверяет работник, его проводивший. Рабочий, прошедший инструктаж и показавший неудовлетворительные знания, к работе не допускается и обязан вновь пройти инструктаж.

Таким образом, охрана труда при проведении сварочных работ имеет первоочередное значение в процессе трудовой деятельности сварщика. Знание и тщательное, неукоснительное соблюдение Инструкции по охране труда при выполнении сварочных работ, проведение повторных инструктажей по охране труда, возможность привлечения к ответственности за несоблюдение.

Инструкции по охране труда обеспечивают безопасность работы сварщика, повышают общий уровень труда на производстве, вырабатывают положительную трудовую дисциплину.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях проводят внеплановый инструктаж ?
2. Что должен усвоить рабочий при вводном инструктаже?
3. Что усваивает рабочий при первичном инструктаже?
4. Внеплановый инструктаж, что осваивает рабочий?
5. Текущий инструктаж на рабочем месте, в чем его особенность?

1.16.2 Инфраструктура предприятия

Инфраструктура предприятия – это состав подразделений и служб, основная задача которых – обеспечение нормального функционирования (без перерывов и остановок) основного производства и всех сфер деятельности предприятия.

Состав инфраструктуры предприятия - инструментальное, энергетическое, ремонтное, транспортно-складское и другие хозяйства, а также службы материально-технического обеспечения, маркетинга, технического контроля качества продукции, метрологии и патентования, подготовки производства новой продукции, планирования и учета, кадровой и финансовой деятельности, сбыта готовой продукции и т. п.

Различают производственную и социальную инфраструктуры и капитальное строительство, обслуживающее обе сферы. Основными задачами в развитии производственной инфраструктуры являются:

- достижение пропорциональности в развитии основных, вспомогательных и обслуживающих производств, ускоренное
- концентрация мелких хозяйств инфраструктуры и повышение на этой основе уровня эффективности производства в конкретных сферах;
- создание межотраслевых и межхозяйственных территориально-производственных объединений в регионе.

Производственная инфраструктура включает в себя подразделения предприятия, различного уровня, основной задачей которых является обеспечение непрерывного процесса производства. Как правило, службы, относящиеся к производственной инфраструктуре, осуществляют обслуживание технических средств, снабжение сырьем и материалами, а также их хранение и перемещение, энергетическое обеспечение, транспортировку и сбыт продукции.

Социальная инфраструктура предприятия является совокупностью структурных подразделений, которые обеспечивают социально-бытовые и культурные потребности работников, а также членов их семей. Данный вид инфраструктуры состоит из:

- столовых, кафе, буфетов (подразделения общественного питания);
- больниц, поликлиник, медпунктов (охрана здоровья);
- садов, яслей (детские дошкольные учреждения);
- школ, ПТУ, курсов повышения квалификации (заведения образования);
- собственных жилых домов;
- библиотек, пансионатов, клубов, спортивных комплексов и летних детских лагерей (организация культуры и отдыха).

Контрольные вопросы

- 1.Что такое инфраструктура предприятия?
2. Назовите состав инфраструктуры.
- 3.Какие службы включает производственная инфраструктура?
- 4.Какова особенность социальной инфраструктуры?

1.16.3 Правила внутреннего трудового распорядка предприятия

Правила внутреннего трудового распорядка (ПВТР) - это обязательный нормативный документ, который разрабатывается и утверждается работодателем. Он должен быть в любой организации независимо от формы собственности и размеров, в том числе у индивидуальных предпринимателей (правила действительны в течение года). Указанный документ является внутренним локальным нормативным актом, содержащим положения о порядке приема, увольнения, поощрения работника, права и обязанности сторон трудового договора, меры дисциплинарного взыскания, режим работы и отдыха, а также иные положения, регламентирующие трудовую деятельность сотрудника.

Находясь на территории структурного подразделения:

- не оставляйте без разрешения руководителя работ свое рабочее место;
- не посещайте без производственной необходимости другие участки работ;

- во время работы не отвлекайтесь посторонними делами и не отвлекайте других;

- если электрооборудование неисправно, вызовите электромонтера; не пытайтесь сами устранить неисправность,

- соблюдайте чистоту и порядок на рабочем месте и в подразделении, не загромождайте проходы и проезды, подходы к оборудованию, электрощитам, средствам пожаротушения;

- курите только в специально отведенных местах.

Контрольные вопросы

1. Кто разрабатывает правила внутреннего трудового распорядка (ПВТР)?
2. Какие положения содержит (ПВТР)?
3. Что является нормативным актом на предприятии?
4. Что должен выполнять каждый сотрудник находясь на территории структурного подразделения.

1.16.4 Структура административно-бытового комплекса

Административно-бытовые здания, или, как их чаще называют, административно-бытовые комплексы (АБК), относятся к категории наиболее востребованных рынком быстровозводимых зданий. Состав бытовых помещений определяют СНиП (строительные нормы и правила) и ведомственные нормы проектирования. Бытовые помещения включают общие (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) и специальные санитарно-бытовые помещения, а также помещения здравоохранения и общественного питания. Все производственные процессы по санитарным характеристикам разделены на четыре группы, каждая из которых имеет несколько подгрупп.

Гардеробные предназначены для хранения домашней и специальной одежды. Для одних производственных процессов гардеробные проектируют общими для домашней и специальной одежды, для других – отдельными.

Душевые размещают смежно с гардеробными. Их оборудуют открытыми душевыми кабинами размером в плане 0,9х0,9 м. Количество душевых кабин принимают в зависимости от числа работающих в наибольшей смене.

Умывальные размещают рядом с гардеробными, а также в тамбурах уборных в производственных и административных зданиях. В бытовых помещениях количество умывальников принимают по числу работающих в наибольшей смене, исходя из расчетного числа человек на один кран.

Уборные, оборудованные напольными чашами (унитазами), размещают в отдельных кабинах размером в плане 1,2х0,8 м со входом через тамбур с samozакрывающейся дверью. Уборные в многоэтажных бытовых, административных и производственных зданиях располагают на каждом этаже. Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до уборных не должно превышать 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия – не более 150 м.

Устройства питьевого водоснабжения проектируют размером 0,5х0,7 м. Их количество зависит от групп производственных процессов.

Состав и площадь специальных санитарно-бытовых помещений прачечных, химической чистки, восстановления, пропитки и обезвреживания спецодежды устанавливают в технологической части проекта с учетом санитарных требований ее обработки.

Помещения здравоохранения включают здравпункты, медпункты, помещения личной гигиены женщин, парильные (сауны), а по ведомственным нормам - помещения для ингаляторов, фотариев, ручных и ножных ванн, а также помещения для отдыха в рабочее время и помещения психологической разгрузки.

В зависимости от численности работающих на предприятиях предусматривают различные уровни медицинского обслуживания: фельдшерские здравпункты, медицинские пункты и врачебные пункты взамен фельдшерских.

При производственных предприятиях предусматривают столовые, рассчитанные на обеспечение всех работающих общим, диетическим, а в ряде случаев и лечебно-профилактическим питанием. В состав столовой входят обязательные функциональные помещения (обеденный зал, раздаточная, кухня), а также другие помещения (складские, охлаждаемые камеры, административные, бытовые, торговые и др.).

Кабинет охраны труда. Площадь кабинетов определяют в зависимости от списочной численности работающих на предприятии. Она может составлять от 24 м² - при численности работающих до 1000 человек и до 200 м² - при численности работающих свыше 20000 человек.

Бытовые и административные помещения могут быть размещены по отношению к производственным объектам во вставках и встройках, в пристройках и отдельно стоящих зданиях.

Контрольные вопросы

1. Почему административно-бытовые комплексы (АБК) наиболее востребованы?
2. Назовите помещения, входящие в состав АБК?
3. Назовите специальные санитарно-бытовые помещения.
4. Назовите помещения управления.

1.16.5 Виды основного промышленного оборудования

Промышленное оборудование представляет собой совокупность машин и агрегатов, предназначенных для выполнения технологических операций. В число этих операций входят отделочные, термические, обрабатывающие, заготовительные и другие операции, необходимые для придания продукции необходимых параметров и уровня качества. Все промышленное оборудование для производства можно разделить на четыре категории:

- производственное;
- энергетическое;
- подъемно-транспортное;

Производственного оборудования включается в себя агрегаты, которые используются непосредственно для выполнения операций, входящих в основной технологический процесс. Оно предназначено для изменения качеств, состояния или конфигурации используемых заготовок или сырья.

Энергетическое оборудование – это электроустановки, оборудование для котельной, ИТП, бойлерные, компрессорные и т.д.

К подъемно-транспортным устройствам относят общезаводской, межцеховой и внутрицеховой транспорт. Оно используется для транспортировки, погрузки и разгрузки на производстве и механизации трудоемких процессов.

Вспомогательное оборудование не связано с производством напрямую. Оно используется для ремонта, санитарно-технического оборудования, научных и иных целей.

Производственное оборудование – это орудия труда, которые непосредственно воздействуют на предмет труда в процессе производства продукции. В машиностроении — это литейное оборудование, кузнечно-прессовые машины, металлорежущие станки и др. Из производственного оборудования выделяют общепроизводственное и специализированное. По способу воздействия на предмет труда различают механическое, термическое и химическое оборудование.

Контрольные вопросы

1. Назовите категории промышленного оборудования.
2. Каково назначение вспомогательного оборудования?
3. Назовите термическое оборудование.
4. Что означает в производстве основной технологический процесс?

1.16.6 Организация работы и рабочих мест в заготовительных и сварочных цехах

В производственной структуре многих машиностроительных предприятий важное место занимает заготовительное производство. Рациональная организация заготовительного производства обеспечивает на каждом предприятии достижение пяти основных целей экономической деятельности: качества, скорости, надежности, гибкости и стоимости. К заготовительному производству в машиностроении относятся: прессовые, штамповочные, сварочные, термические и другие основные цеха или производственные подразделения предприятия. Состав и структура заготовительного производства зависит прежде всего от годового объема выпуска соответствующей продукции, уровня его специализации, типа и формы организации процессов и других конкретных факторов. На крупных предприятиях создаются целые заготовительные производства, на средних - самостоятельные заготовительные цеха, на небольших - производственные участки.

Организация рабочих мест в сборочно-сварочных цехах должна обеспечивать наиболее рациональное использование производственных площадей, выполнение технологических операций с наименьшими затратами труда и времени, необходимую точность сборки и безопасность работ. Сварочный участок должен быть правильно организован не только в плане удобства проведения сварочных операций, но и в плане быстрого доступа к дополнительным инструментам, расходным материалам. Тем более, рабочее место сварщика – единый комплекс приспособлений, которыми ежедневно пользуются. У каждого сварщика должно быть свое рабочее место площадью не менее 2 м². Работать в нем двух сварщикам запрещается. Хотя если сварочный цех небольшой, то можно верстак поделить и на двоих с одним условием - между сварщиками надо установить перегородку из негорючего материала. Обычно ее делают из листового металла. Организация рабочего места сварщика - сложный процесс. Нужно учесть: от хранения электродов до правильной вентиляции. Сварщик не должен испытывать трудностей при выполнении привычных работ. Рабочий пост должен быть укомплектован таким образом, чтобы обеспечить максимальный комфорт при сварке. Очень важно правильно подходить к структуре сборочно-сварочного цеха. Это производственное помещение, в котором проводятся различные операции с использованием широкого ряда разноплановых материалов. Кроме основного цеха в структуру производства должны входить складские помещения: для металла, для расходных материалов. В заготовительном отделении металл подготавливают к работе: проводят резку под заданные размеры, зачистку, шлифовку и прочее. Далее продукция поступает на промежуточный склад, где собираются заготовки по позициям. Затем идет основное отделение, где производится сборка, сварка деталей и узлов в единую конструкцию. Последнее отделение в структуре – склад готовой продукции

1.16.7 Подготовка металла к резке и сварке

Подготовка металла к сварке - первый необходимый этап сварочного процесса. Если на металлических поверхностях останутся лишние частицы, ржавчина, пятно масла, то это приведет к образованию дефектов. Подготовка сварного соединения включает в себя также разделку кромок, разметку поверхностей и их надежную фиксацию.

Подготовке металла к резке и сварке предшествуют следующие операции: правка, разметка, резка, зачистка, подготовка кромок, гибка, фиксация, сборка изделий, подготовка оборудования и др.

При хранении и транспортировке части будущего сварного соединения могут потерять свою форму. К искажениям относятся: вмятины, выпучивания, коробление, волнистость, искривления. Исправляют металл в холодном виде и при нагревании. Исправления нагретого металла проходят легче. Ручную правку удобно проводить, используя наковальню. Подходит и стальная или чугунная плиты большой толщины. Выпуклость и волнообразность исправляют, ударяя по краям и постепенно двигаясь к центру. По мере приближения к центральной части ударяют чаще, но силу ударов уменьшают.

Подготовка металла под сварку включает в себя приведение в соответствие размеров деталей с указанными в чертежах. Прежде, чем приступать к резке, необходимо их разметить. Для разметки применяется острый предмет, мел, ручка, тонкий фломастер, карандаш. Из инструментов также понадобятся линейка, рулетка, угольник, штангенциркуль. При крупном производстве используются шаблоны. Инструменты для разрезания: ножницы по металлу, гильотина, болгарка. Для толстых деталей можно использовать термическую резку. Термическая резка применима для получения деталей различной конфигурации.

Очищение металлических поверхностей - это самый легкий подготовительный процесс, но очень важный. Особо сложных инструментов при этом не потребуется. Применяются щетки из металла, болгарки. На производстве к этому процессу подходят более серьезно и используют дробеструйные и пескоструйные аппараты.

Если сварка производится под углом, то разделку кромок можно проводить только при толщине деталей больше 3 мм. Важную роль наличие скоса играет, когда свариваются детали разной толщины. Иногда приходится прибегать к притуплению кромок. Это целесообразно, если они имеют на конце острую форму. Иначе это может вызвать образование прожогов, деформацию шва, создание дополнительного напряжения, уменьшение прочности соединения.

Подготовка деталей под сварку включает их надежную фиксацию друг с другом. Методом, гарантирующим надежную фиксацию, служит выполнение прихваток.

Подготовка к работе сварочного полуавтомата или других аппаратов заключается в проверке их работоспособности и установке выбранных режимов.

Контрольные вопросы

1. С каких операций начинается подготовка металлов к резке и сварке?
2. Какие операции предшествуют подготовке металла к резке и сварке?
3. Объясните сущность операций разметки и наметки.
4. Назовите главные параметры кромок перед сваркой.
5. Какой метод гарантирует надежную фиксацию деталей при сборке?

1.16.8 Требования к работе со сварочным и газорезательным оборудованием

Наиболее общие требования к сварочному оборудованию: обеспечение высоких качества и производительности технологического процесса, надежности работы и эргономических показателей оборудования, а также рационального расходования материалов и электроэнергии, минимальных затрат на его изготовление

Обеспечение высокого качества сварных соединений (наплавки) требует:

- надежной защиты сварочной ванны от воздействия атмосферы путем подачи в зону сварки защитного газа, флюса, использования само защитных проволок, вакуумных камер и др;

- применения прогрессивных сварочных технологий и материалов (форсированные режимы, использование многодуговой и многоэлектродной сварки, ленточных электродов и т. п.).

Высокая производительность сварочного процесса и операций по изготовлению сварных конструкций достигается:

- применением прогрессивных технологий сварочных процессов;
- механизацией, автоматизацией и роботизацией сварочного производства.

Высокая надежность оборудования для сварки, в свою очередь, является одним из важнейших факторов обеспечения требуемого качества сварных соединений и заданной производительности.

Обеспечение рационального расходования материалов на изготовление оборудования, электроэнергии, потребляемой при сварке, и сварочных материалов достигается:

- повышением КПД источников энергии, уменьшением их размеров и массы, например, применением инверторных или транзисторных источников для дуговой сварки;

- снижением разбрызгивания металла при сварке путем выбора оптимального ее способа, например, импульсно-дуговой в смеси газов;

- выбором оптимального состава и расхода защитных газов, состава флюса и способов его подачи в зону сварки и уборки после сварки.

Обеспечение высоких эргономических показателей оборудования для сварки достигается путем:

- улучшения санитарных условий работы (отсос аэрозолей и пыли, охлаждение горелок, защита персонала от светового излучения);

- механизации и автоматизации сварочных и вспомогательных работ;

- обеспечения безопасности труда; учета требований инженерной психологии при разработке средств управления и контроля над работой сварочного оборудования;

- рациональной организацией компоновки и формы оборудования и организацией рабочих мест.

Для получения положительного экономического эффекта при автоматизации сварочного производства необходимо обеспечивать существенное повышение производительности труда при наиболее простых технических решениях.

Требования к источникам питания, которые должны обеспечить три режима - рабочий, холостой ход и короткое замыкание:

1. Напряжение холостого хода на зажимах источника питания (при разомкнутой сварочной цепи) должно в 2...3 раза превышать напряжение горения дуги и быть достаточным для ее легкого возбуждения;

2. Мощность источника питания должна соответствовать толщине свариваемых заготовок. Необходимо, чтобы источник питания был оснащен устройством для плавного регулирования силы тока.

3. Сила тока при коротком замыкании должна иметь ограниченное значение. Нормальный процесс дуговой сварки обеспечивается, если значение тока короткого замыкания не превышает 10...50% величины рабочего тока.

Контрольные вопросы

1. Назовите общие требования к сварочному оборудованию.
2. Что необходимо выполнить для обеспечения высокого качества сварных соединений?
3. Как обеспечить высокую производительность сварочного процесса?
4. Какими путями обеспечивается высокая надежность оборудования для сварки?
5. Как обеспечиваются эргономические показатели оборудования для резки и сварки?
6. Каким путем достигается минимальная стоимость оборудования и затрат на его техническое обслуживание.
7. Какие требования к сварочному оборудованию?

Краткие выводы к 1 разделу:

В данном разделе были рассмотрены следующие вопросы:

подбор металла для сварных конструкций различного назначения, выбора термической обработки металла, определения видов защиты металлических изделий от коррозии; для выполнения сварки и резки электрической дугой конструкций из черных, цветных металлов и сплавов; наплавки в различных пространственных положениях; чтение чертежей простых сварных металлических конструкций; применение электротехнических законов и правил для обеспечения рациональной и безопасной эксплуатации сварочного электрооборудования, требования к качеству сварки, дефекты сварных швов и методов их исправления; назначение и применение контрольно-измерительных приборов ; правила техники безопасности, пожаро- и электробезопасности, норм охраны труда и окружающей среды.

В результате освоения раздела обучающиеся смогут:

соблюдать технику безопасности и правила технической эксплуатации оборудования;

выполнять простые эскизы и технические рисунки деталей, читать чертежи в соответствии со стандартами;

выбирать конструкционные материалы для изготовления конструкций и изделий из них в зависимости от назначения и условий эксплуатации;

выбирать вид термической обработки;

сваривать и резать электрической дугой детали простые и средней сложности, аппараты, узлы, конструкции и трубопроводы из металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва кроме потолочного; наплавлять поверхности различной конфигурации.

РАЗДЕЛ 2. СВАРКА ГАЗОВЫМ ПЛАМЕНЕМ

2.1 Организация рабочего места. Подготовка металла и материалов к сборке и сварке металлоконструкций

2.1.1 Основные свойства, назначение, способы получения и характеристики кислорода, карбида кальция, ацетилена и других горючих газов; марок сварочной проволоки; структура и характеристики газового пламени; требования к организации рабочего места и безопасности труда.

Газовая, или газопламенная сварка относится к группе способов сварки плавлением. Для осуществления процесса сварки возможно применение разных горючих, соответственно чему можно различать сварку водородно-кислородную, бензина-кислородную и т. д. Преобладающее значение имеет ацетилен-кислородная сварка; другие виды горючих имеют ограниченное применение. Существенное технологическое отличие газовой сварки от дуговой сварки - более плавный и медленный нагрев металла. Это основное отличие сварочного газового пламени от сварочной дуги является в одних случаях недостатком, в других - преимуществом газового пламени и определяет следующие основные области его применения для сварки:

- 1) сталей малых толщин, 0,2-5 мм;
- 2) цветных металлов;
- 3) металлов, требующих при сварке постепенного мягкого нагрева и замедленного охлаждения, например многих инструментальных сталей;
- 4) металлов, требующих подогрева при сварке, например чугуна и некоторых сортов специальных сталей;
- 5) для твердой пайки;
- 6) для некоторых видов наплавочных работ.

Газы применяемые при сварочных работах:

Для газовой ацетилена – кислородной сварки и резки должен использоваться газообразный кислород 1-го, 2-го и 3-го сорта по ГОСТ 5583-78.

Значение кислорода для газовой сварки.

Технически чистый кислород является важнейшим газом в сварочной технике, для процессов газовой сварки и кислородной резки. В сварочной технике применяется кислород высокой степени чистоты, не ниже 98,5%.

Способы производства технически чистого кислорода могут быть различны; промышленное значение имеют два способа получения: а) из воздуха - методом глубокого охлаждения; б) из воды - путем электролиза. В нашей промышленности применяется, исключительно, способ производства кислорода из воздуха, как более экономичный, при котором расходуется 0,5 - 1,6 кВт/ч электроэнергии на 1 м³ кислорода; на получение 1 м³ кислорода путем электролиза воды с одновременным получением 2 м³ водорода требуется 10-12 кВт/ч.

По ГОСТу 5583-78 технический кислород для газопламенной обработки металлов выпускается трех сортов; высший сорт, с чистотой не

ниже 99,5%; 1-й сорт, не ниже 99,2%; и 2-й сорт, не ниже 98,5 % кислорода по объему.

В качестве горючего газа для газовой сварки и резки должен применяться пропан-бутан или растворенный и газообразный технический ацетилен по ГОСТ 5457-75. Ацетилен поставляется потребителю в баллонах или получается на месте из карбида кальция. Карбид кальция должен отвечать требованиям ГОСТ 1460-2013. Пропан-бутан поставляется в жидком виде в баллонах под давлением 16 кгс/см².

В таблице №1 представлены наиболее распространенные газы и газовые смеси для газовой сварки и газовой резки, указаны их основные свойства и область применения:

Таблица №1

Газ	Плотность при нормальных условиях, кг/м ²	Теплота сгорания при нормальных условиях, кДж/м ³	Температура пламени в смеси с кислородом, °С	Коэффициент замены ацетилена	Предел взрываемости (%) при смешивании с:		Область применения
					воздухом	кислородом	
Ацетилен	1,09	529200	3200	1	2,2-81,0	2,3-93,0	Все виды газосварки
Водород	0,084	10080	2400	5,2	3,3-81,5	2,6-95,0	Для сварки тонкого металла (до 2мм), сварки чугуна, алюминия, латуни
Коксовый	0,4-0,55	14700-18480	2000-2300	3,2	4,5-40,0	40,0-75,0	Для пайки, сварки легкоплавких металлов, кислородной резки
Нефтяной	0,87-1,37	36540-62160	2000-2400	3,0	3,8-24,6	10,0-73,6	То же
Метан	0,67	33600	2400-2700	1,6	4,8-16,7	5,0-59,2	То же
Пропан	1,88	87360	2600-2800	0,6	2,0-9,5	2,0-48,0	Пайка и сварка цветных металлов, газовая резка, сварка сталей толщиной до 6мм, правка, огневая зачистка
Бутан	2,54	116760	2400-2500	0,45	1,5-8,5	2,0-45,0	То же
Бензин	0,7-0,76	42840	2400	1,4	0,7-6,0	2,1-28,4	Газовая резка сталей, пайка и сварка легкоплавких металлов
Керосин	0,82-0,84	42000	2300	1,6	1,4-5,5	2,0-28,0	То же

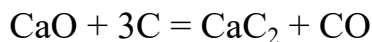
Пропанобутановая смесь для газовой сварки

Пропанобутановые смеси являются бесцветными смесями, имеющими резкий запах. Состоят они из пропана C₃H₈ и бутана C₄H₁₀. Эта смесь обладает наибольшей теплотворной способностью, т.е., при её сгорании выделяется наибольшее количество теплоты.

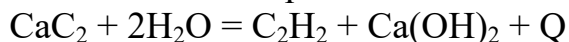
Ацетилен для газовой сварки

Ацетилен - один из самых распространённых газов, применяемых для газовой сварки. Наибольшее распространение ацетилен получил из-за того, что ацетиленокислородное газовое пламя имеет наибольшую температуру, по сравнению с другими горючими газами и газовыми смесями (см. таблицу выше).

Ацетилен образуется при взаимодействии карбида кальция CaC_2 с водой. Карбид кальция способен поглощать влагу из атмосферы и разлагаться под её воздействием. Поэтому, его хранят в герметичных барабанах из кровельной стали. Вместимость таких барабанов составляет 100-130кг. Получают карбид кальция при сплавлении в электропечах кокса и обожжённой извести:



Ацетилен C_2H_2 представляет собой химическое соединение углерода с водородом. Для получения ацетилена используют ацетиленовые генераторы, в которые загружают карбид и воду. Химическое взаимодействие карбида кальция и воды протекает интенсивно, с большим выделением теплоты Q :



Из 1кг карбида кальция можно получить до 300л ацетилена. При нормальных условиях ацетилен бесцветен и обладает резким специфическим запахом. Ацетилен легче воздуха, его плотность составляет 1,09кг/м³.

Ацетилен взрывоопасен, если он находится в смеси с воздухом и его концентрация составляет 2,2-81% по объёму. В смеси с кислородом ацетилен взрывоопасен, при его концентрации 2,8-93% по объёму. Наиболее взрывоопасны ацетиленокислородные смеси, содержащие 7-13% ацетилена.

При растворении в жидкости взрывоопасность ацетилена существенно снижается. На практике ацетилен растворяют в ацетоне, 1л которого способен растворить до 20л ацетилена.

Кроме карбида кальция, источниками ацетилена являются природный газ, нефть и уголь. Полученный из природного газа, ацетилен называется пиролизным.

Баллоны для сжатых и сжиженных газов

рис. 2

Рис.1



Для хранения и транспортировки сжатых, сжиженных и растворенных газов, находящихся под давлением, применяют стальные баллоны (рис. 1). Баллоны имеют различную вместимость — от 0,4 до 55 дм³.



Баллоны представляют собой стальные цилиндрические сосуды, в горловине которых имеется конусное отверстие с резьбой, куда ввертывается запорный вентиль (рис. 2). Для каждого газа разработаны свои конструкции вентиляей, что исключает установку кислородных вентиляей на ацетиленовый баллон, и наоборот. На горловину плотно насаживается кольцо с наружной резьбой, служащее для навертывания предохранительного колпака, который служит для предохранения вентиля баллонов от возможных ударов при транспортировке.

таблица №2

Содержимое баллона	Состояние газа в баллоне	Давление в полном баллоне, МПа	Цвет		Надпись на баллоне	Количество газа в баллоне, л	Допустимое остаточное давление, МПа
			краска баллон	надпись на баллоне			
Аргон	Сжатый	15	Серый	Зеленый	Аргон чистый	6000	0,05
Ацетилен	Растворенный	1,6	Белый	Красный	Ацетилен	5500	0,05-0,3 зависит от температуры воздуха
Водород	Сжатый	15	Темно-зеленый	Красный	Водород	6000	0,05
Кислород	Сжатый	15	Голубой	Черный	Кислород	6000	0,05
Пропан-бутан	Сжиженный	1,6	Красный	Белый	Пропан-бутан	12300	0,02
Углекислый газ	Жидкий	7,5	Черный	Желтый	СО ₂ – сварочный	12600	0,05

В зависимости от рода газа, находящегося в баллоне, баллоны окрашивают снаружи в условные цвета, а также соответствующей каждому газу краской наносят наименование газа, (табл. №2). Например, кислородные баллоны окрашивают в голубой цвет, а надпись делают черной краской, ацетиленовый — в белый и красной краской, водородные — в темно-зеленый и красной краской, пропан — в красный и белой краской. Часть верхней сферической части баллона не окрашивают и выбивают на ней паспортные данные баллона: тип и заводской номер баллона, товарный знак завода-изготовителя, масса порожнего баллона, вместимость, рабочее и испытательное давление, дата изготовления, клеймо ОТК и клеймо инспекции Госгортехнадзора, дата следующего испытания. Баллоны периодически через каждые пять лет подвергают осмотру и испытанию.

Кислородные баллоны

Кислородный баллон представляет собой стальной цилиндр со сферическим днищем и горловиной для крепления запорного вентиля. На нижнюю часть баллона насаживается башмак, позволяющий ставить баллон вертикально. На горловине имеется кольцо с резьбой для навертывания защитного колпака. Средняя жидкостная вместимость баллона 40 дм³. При давлении 15 МПа он вмещает ~ 6000 дм³ кислорода.

Ацетиленовые баллоны

Ацетиленовые баллоны окрашивают в белый цвет и делают на них надпись красной краской «Ацетилен». Их конструкция аналогична

конструкции кислородных баллонов. Давление ацетилен в баллоне 1,5 МПа. В баллоне находится пористая масса (активизированный уголь) и ацетон. Растворения ацетилен в ацетоне позволяет поместить в малом объеме большое количество ацетилен. Растворенный в ацетоне ацетилен пропитывает пористую массу и становится безопасным.

Ацетиленовый баллон заполняется пористой массой из расчета 320 г на 1 л емкости баллона, т. е. около 13 кг массы пористой.

Ацетон заправляют из расчета 250-300 г на 1 л емкости баллона. Находясь в порах растворенным в ацетоне, ацетилен становится взрывобезопасным от давления до 30 кгс/см², но давление 19 кгс/см² установлено по ГОСТ 5457-75.

При отборе ацетилен из баллона уносится до 150 г ацетона после выработки одной заправки.

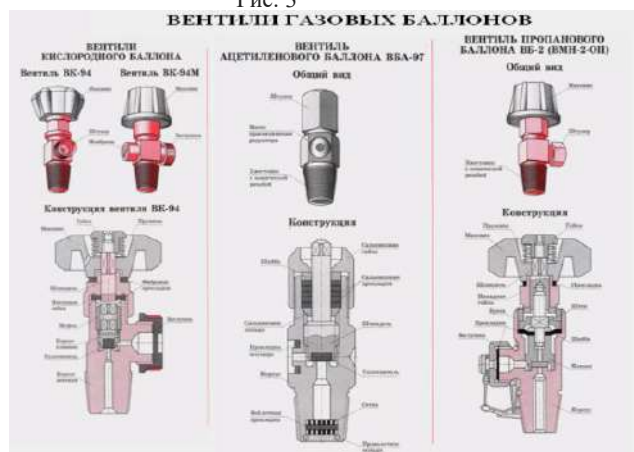
У вентилей ацетиленовых баллонов нет присоединительной резьбы, поэтому редукторы для них крепятся специальным хомутом, имеющимся на редукторе.

Баллоны для пропан-бутана

По конструкции эти баллоны являются сварными из листовой стали толщиной 3 мм с продольным и двумя кольцевыми швами по днищам. К верхнему днищу приварена горловина, к нижнему - башмак (прерывистым швом).

Расчетное давление газа для баллона равно 16 кгс/см². Баллоны заполняют не более 85% объема из расчета 0,425 кг сжиженного газа на 1 л его вместимости. Наибольшее распространение в промышленности имеют баллоны емкостью 50 л (на 21, 2 кг сжижаемого газа). Вес порожнего баллона 23 кг без колпака.

Рис. 3



Боковой штуцер вентиля баллона имеет левую трубную резьбу диаметром 21,8 мм, 14 ниток на 1 дюйм, к которой присоединяется редуктор для пропана.

Запорные вентили для баллонов

Вентили для ацетилен изготавливаются из стали и рассчитаны на рабочее давление 25 кгс/см² (рис. 3).

В хвостовой части вентиля, вворачиваемого в баллон, помещаются войлочный фильтр и стальные сетки с размером ячеек 1,4 мм, способные служить для защиты от частиц пористой массы, которые могут попасть из ацетиленовых баллонов в уплотнитель вентиля и присоединяемый к вентилю редуктор. Вентиль не имеет маховика, так как последний помешал бы надеть присоединительный хомут с натяжным винтом. Открытие и закрытие производится специальным ключом, надеваемым на квадрат шпинделя. На седле в корпусе вентиля располагается

эбонитовый уплотнитель (пяточок), открывающий и закрывающий выход ацетилена из баллона.

Уплотнение между шпинделем и корпусом достигается с помощью кожаных сальниковых колец, опирающихся на металлическое кольцо и сжимаемых сальниковой гайкой через шайбу. Поскольку уплотнитель выхода ацетилена из баллона сделан из эбонита, то не следует применять больших усилий при закрытии баллона.

Пропановые вентили имеют стальной корпус и по конструкции отличаются от других тем, что в качестве запорного устройства используется мембрана из пружинной стали, или уплотнитель из неметаллического материала, но с уплотнением всей шпиндельной системы вентиля специальным резиновым чулком - ниппелем.

Кислородные вентили имеют латунный корпус, так как латунь не горит в кислороде. Герметичность вентиля в зоне прохода шпинделя обеспечивается сальником, а также фибровой прокладкой, а в последнее время - капроновой прокладкой, во избежание загорания фибры. Для крепления редуктора вентиль имеет резьбу 3/4".

Перемещение баллонов в пределах рабочего места разрешается производить кантовкой в наклонном положении. Перемещение баллонов из одного помещения в другое производится на специальных тележках или носилках. На рабочих местах баллоны должны быть прочно закреплены в вертикальном положении.

Сварочное пламя

Рис. 4



Сварочное пламя получается при сгорании смеси горючих газов (или паров горючих жидкостей) и кислорода в мундштуке сварочной горелки(рис. 4). В зависимости от того, какой газ для газовой сварки применяют и от того, в каком соотношении с кислородом он сгорает, различают три вида сварочного пламени: нормальное (или восстановительное), окислительное, науглероживающее.

Структура сварочного пламени

На рисунке 5 показана структура сварочного пламени, которое состоит из трёх зон: ядра пламени (поз.1), восстановительной зоны (поз.2) и окислительной зоны, факел (поз.3).

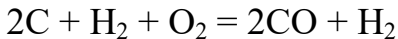
Ядро пламени состоит из раскалённого кислорода и продуктов распада ацетилена. Ядро имеет достаточно чёткий контур и очень яркое свечение.

Рис.5



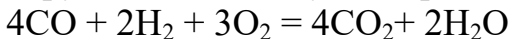
Длина ядра может быть различной, в зависимости от давления и скорости подачи горючей смеси. Чем больше давление и скорость подачи газа, тем больше длина ядра. Горение газов начинается на внешней стороне ядра и продолжается в восстановительной зоне.

Во второй, восстановительной зоне ацетилен проходит первую стадию сгорания в кислороде, поступающего из [кислородного газосварочного баллона](#). Сгорание происходит по реакции:



При этом сгорание углерода происходит не полностью, а водород в этой зоне не сгорает. Восстановительная зона имеет самую высокую температуру (3000-3200°C) на расстоянии 3-5мм от конца ядра и обладает восстановительными свойствами. Этой частью пламени производят [газовую сварку](#), нагревая и расплавляя металл. При сварке частицы угарного газа и водорода восстанавливают металлы из их окислов. Поэтому вторая зона и получила название восстановительной зоной, а также сварочной или рабочей.

В третьей зоне, факеле, происходит окончательное сгорание ацетилена (точнее, продуктов его распада - угарного газа и водорода) в кислороде из окружающего воздуха по реакции:



Углекислый газ и вода при высоких температурах взаимодействуют со свариваемым металлом, окисляя его. Из-за этого зона факела получила название окислительной зоны.

Для полного сгорания одного объёма ацетилена необходимо два с половиной объёма кислорода. Один объём кислорода поступает из кислородного баллона в горелку, где смешивается с ацетиленом. Ещё полтора объёма кислорода поступает из окружающего воздуха.

Нормальный (восстановительный) вид сварочного пламени

Нормальным считается сварочное пламя, при сгорании ацетилена в кислороде в соотношении $O_2/C_2H_2=1$. Но на практике кислород подаётся с примесями, не чистый. Поэтому, нормальным получается пламя, при соотношении кислорода и ацетилена в пределах 1-1,3. Такой вид пламени

положительно влияет на раскисление расплавленного металла и достижение высокого качества сварки.

Сварка большинства металлов и сплавов выполняется нормальным пламенем, особенно часто при сварке низкоуглеродистых сталей. При газовой сварке алюминия применяют нормальное сварочное пламя с небольшим избытком ацетилена.

Окислительный вид сварочного пламени

Окислительное сварочное пламя получается при избытке кислорода. Т.е. когда соотношение кислорода к ацетилену больше чем 1,3. Ядро окислительного пламени короче, чем у восстановительного. У него более резкий контур и оно менее яркое. Восстановительная зона и факел также короче по длине, чем у нормального пламени.

Температура окислительного пламени немного выше, чем у нормального. Такой вид пламени не подходит для сварки сталей, т.к. избыток кислорода способствует окислению металла, в результате чего образуются множественные дефекты в сварном шве в виде пор. Сам шов получается хрупким. Окислительное пламя часто используют при сварке латуни.

Науглероживающий вид сварочного пламени

Если в сварочной горелке соотношение кислорода к ацетилену меньше 1, формируется науглероживающее сварочное пламя. Ядро такого пламени не имеет резкого контура, а вершина ядра окрашивается в зелёный цвет, который свидетельствует об избыточном количестве ацетилена.

Восстановительная зона в таком пламени светлее, чем в нормальном пламени, а факел имеет жёлтую окраску. Не видно чёткой границы между зонами. Излишки ацетилена распадаются на углерод и водород. Углерод легко переходит в сварочную ванну, поэтому, науглероживающее пламя используют, если есть необходимость науглероживания металла сварного шва или для восполнения углерода, если при сварке происходит его угар. Такое пламя хорошо подходит для газовой сварки чугуна.

Характеристики сварочного пламени

К тепловым характеристикам сварочного пламени относятся температура, эффективная тепловая мощность, зона распределения нагрева свариваемого металла. Эти показатели определяются от того, какой газ используется при сварке, от чистоты подаваемого кислорода и от соотношения объема кислорода к объёму горючего газа в горелке.

Температура газового пламени различна в разных зонах. Максимум она достигает в конце первой зоны (ядра), 3200°C для ацетилена. Эффективной тепловой мощностью сварочного пламени называется количество теплоты, которое пламя способно передать металлу в единицу времени. Этот показатель повышается, если возрастает расход газа.

Тепловая мощность - важная характеристика пламени, измеряемая в л/ч. Кроме тепловой мощности есть мощность удельная. Удельная тепловая мощность это расход горючего газа (в л/ч), приходящийся на миллиметр свариваемого металла. Необходимая мощность сварочного пламени определяется, исходя из теплопроводности свариваемого металла и его

толщины. При сварке низколегированных сталей, углеродистых сталей, сварки чугуна, алюминия, а также при сварке медных сплавов удельная мощность составляет 100-120л/ч. При сварке меди удельная мощность выше из-за её теплопроводности и составляет 150-200л/ч.

У газосварочного пламени довольно большая область нагрева свариваемого металла. Тепловой поток при газовой сварке рассредоточен. Наибольший поток тепла получается по центру пламени и он, примерно, в 10 раз меньше, чем у электрической сварочной дуги при их одинаковой тепловой мощности. Поэтому, при газовой сварке нагрев металла происходит медленнее, чем при ручной дуговой сварке.

Регулировка сварочного пламени

Для регулировки сварочного пламени большое значение имеет выбор давления кислорода. Давление кислорода необходимо подбирать в соответствии номеру наконечника, руководствуясь паспортом на сварочную горелку. Если выбрано слишком большое давление, газовая смесь вытекает очень быстро и пламя отрывается от мундштука. При этом пламя начинает выдувать и разбрызгивать жидкий металл за пределы сварочной ванны.

При давлении кислорода ниже требуемого, скорость подачи газовой смеси падает, сварочное пламя становится короче и возникает опасность возникновения обратного удара, который может привести к взрыву ацетиленового генератора, если газосварочный пост не оборудован водяным предохранительным затвором.

Из короткого окислительного пламени можно получить нормальное. Для этого необходимо медленно и постепенно увеличивать подачу ацетилена до появления яркого пламени и чёткого его ядра.

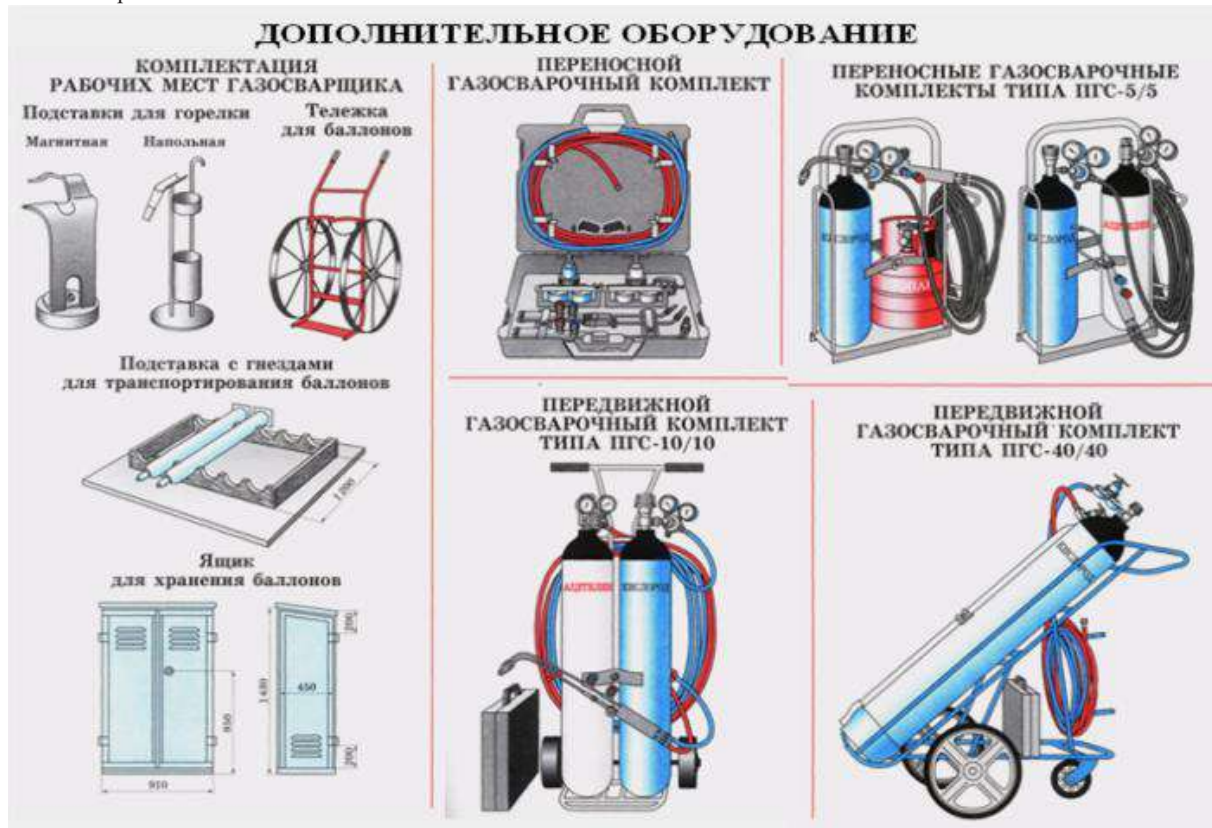
Из науглероживающего пламени можно получить нормальное, если постепенно перекрывать подачу ацетилена то тех пор, пока не исчезнет зеленоватый цвет пламени на вершине ядра.

Контрольные вопросы

1. Какие основные области применения газовой сварки?
2. Сколько сортов кислорода производится для газовой сварки и резки, и какой процент содержания кислорода в каждом сорте?
3. Какие горючие газы применяются для газовой сварки, и какую температуру пламени дает каждый из этих газов в смеси с кислородом?
4. Какие цвета окраски баллонов применяются для горючих газов?
5. Из скольких зон состоит сварочное пламя?
6. Сколько видов сварочного пламени вы знаете?
7. Как производится организация рабочего места газосварщика?

2.1.2 Подготовка рабочего места для сборки и сварки конструкции

рис.6



Рабочее место газосварщика обустраивается по похожему принципу как и электросварщика. Окрас стенок оградительных щитков здесь не имеет значения, поскольку газовое пламя не излучает ультрафиолет. Главное, чтобы сварщику было хорошо видно все детали на рабочем месте.

Существенным отличием является расположение баллонов (рис. 6). Хотя для транспортировки и используется тележка, на которую сразу устанавливаются кислородный и ацетиленовый баллон, но перед выполнением сварочных работ их необходимо отставить друг от друга не менее чем на 5 метров. Так же следует поступать и с пропановым оборудованием. При этом важно соблюсти дистанцию между баллонами и свариваемым участком в пределах 5м. В итоге, расстановка должна быть похожа на треугольник, на одной вершине свариваемый элемент, а на двух других баллоны с газом.

Важно, чтобы на пути к ацетиленовому генератору или баллонам ничего не находилось. Это обеспечивает быстрый доступ к оборудованию в случае обратного удара пламени. Так можно предупредить взрыв и серьезные травмы. Сварочные рукава располагаются сбоку, чтобы по ним не ходили и не ездили. В противном случае пламя будет тухнуть, а резиновые коммуникации могут испортиться.

рис. 7



Стол

Для удобного выполнения сварочных манипуляций практически располагать изделие на столе (рис. 7). Это повышает скорость накладки швов и удобство сварки в труднодоступных местах. Стол сварщика изготавливается по индивидуальным размерам, исходя из габаритов будущих изделий. Ножки должны иметь регулировку по высоте, чтобы подстраиваться под разных по росту рабочих.

На столе стоит предусмотреть приспособления для:

- безопасной укладки газовой горелки в процессе перестановки изделия;
- быстрого доступа к расходным материалам;
- расположения инструментов (молотка, напильника, фонарика, щетки по металлу);
- установки нестандартных конструкций с выступами в специальные отверстия.

Вытяжная вентиляция

Важным атрибутом рабочего места газосварщика является вытяжная вентиляция. Она обеспечивает удаление вредных тяжелых газов от плавящегося металла и горения газового пламени. Не практично располагать ее в виде большого зонта над столом, поскольку часть вредоносной смеси будет проходить через органы дыхания сварщика.

Целесообразно устанавливать гибкую систему бокового отсоса воздуха, которая будет сразу забирать вредные газы, не давая им подниматься к лицу рабочего. Такая линия обеспечит перестановку вытяжки в любое место в пределах сварочной кабины. При этом стоит помнить о шуме двигателя мешающего рабочему, поэтому силовой агрегат для прокачки воздуха размещается за пределами комнаты.

По мимо этого в сварочном цехе необходимо предусматривать и приточную вентиляцию, для пополнения запаса свежего воздуха.

В обязательном порядке предусматриваются средства пожаротушения.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к рабочему месту газосварщика?
2. Какие приспособления необходимо предусматривать на рабочем столе газосварщика?
3. Какие виды вентиляции должны предусматриваться в сварочных цехах?
4. Какую функцию выполняет вытяжная вентиляция?
5. Для чего нужна приточная вентиляция?
6. Какие средства пожаротушения необходимо предусматривать на рабочем месте газосварщика?

2.1.3 Правка и очистка металла

Листовой материал и вырезанные из него заготовки могут иметь поверхность волнистую или с выпучинами (рис. 8). Чтобы растянуть середину заготовки, удары молотком наносят от середины к краям так,

рис. 8

Правка и рихтовка металла. Распределение ударов при правке листа



как показано красными кружками на рисунке.

Кружки меньшего диаметра соответствуют ударам меньшей силы, и наоборот, т.е. более сильные удары наносят в середине и уменьшают их силу по мере приближения к краю заготовки. Во избежание трещин и наклепа материала нельзя наносить повторные удары по одному и тому же месту.

После проверки на глаз, на выпуклой стороне прутка мелом отмечают границы изгибов. Затем пруток укладывают на плиту или

рис.9

Правка и рихтовка металла. Правка цилиндрического прутка на плите.



наковальню так, чтобы изогнутая часть находилась выпуклостью вверх (рис. 9). Удары молотком наносят по выпуклой части от краев изгиба к середине, регулируя силу ударов в зависимости от диаметра прутка и величины изгиба. По мере выправления изгиба силу ударов уменьшают и поворачивают пруток вокруг его оси, заканчивая правку легкими ударами. Если пруток имеет

несколько изгибов, сначала правят ближние к концам, а затем – расположенные к середине.

Очистка металла.

Грязные сварные швы никогда не бывают прочными, очистите свой металл перед сваркой

Ключ к любому хорошему сварному шву – чистый металл, но каков лучший способ очистить металл перед началом сварки? В зависимости от инструментов, которые у вас есть, и общей цели проекта есть несколько способов подготовить ваш металл, чтобы получить хороший чистый сварной шов каждый раз.

Самые лучшие сварные соединения получаются от чистого металла, все чужеродные материалы в зоне заварки могут причинить несовершенства заварки. Даже совершенно новый металл необходимо подготовить, прежде чем его можно сварить, потому что обычно новый металл покрывается масляной пленкой, поэтому он не ржавеет или не окисляется во время процесса доставки. Это фактор, который часто упускают из виду, он всегда будет приводить к слабому и не качественному сварному шву. Помните, как

только вы удалите это покрытие металл подвергается воздействию элементов, если оставить незащищенную сталь она начнет ржаветь, даже в помещении.

Во всех приведенных ниже примерах вы можете увидеть разницу тусклого цвета "нового металла" (слева) по сравнению с тем, как он выглядит после того, как правильно подготовлен (справа).

Угловая шлифовальная машина с лепестковым диском (рис. 10)

Использование угловой шлифовальной машины с диск заслонки отлично подходит для подготовки стали для сварки. Мягкая сталь

рис. 10



не требует, чтобы поверхность была супер чистой,

чтобы получить хороший сварной шов. На картинке выше вы можете видеть, что левая сторона совершенно новая нетронутая сталь, она может выглядеть чистой, но она имеет тонкое покрытие, как указано ранее. После того, как вы удалите покрытие, все, что требуется, это быстро протрите растворителем или ацетоном, и вы сможете сделать чистые и эффективные сварные швы. Этот метод отлично

подходит для тяжелой сварки деталей шасси, эта область всегда подвергается воздействию элементов, которые будут создавать загрязнение с течением времени.

Будьте осторожны диск заслонки удалит много материала, поэтому не используйте его на тонком листовом металле, это может поставить под угрозу прочность металлов.

рис. 11



Наждачная бумага (рис. 11)

Подобный к использованию точильщика этот метод будет работать отлично для стали с высоким содержанием легирующих элементов или коррозионностойкой стали, но он может быть требующий много времени и всегда не извлекает все покрытия. Как и при использовании шлифовальной машины, вы должны протереть металл растворителем или ацетоном перед сваркой. На картинке

выше мы использовали наждачную бумагу 80 grit, она хорошо работала, удаляя покрытие, но также оставила глубокие царапины, которые могут выглядеть не очень хорошо.

рис. 12



Абразивная обработка (рис. 12)

Если металл, который вы будете сваривать, очень ржавый и не подходит для шлифовки или удаления с помощью измельчителя, другой вариант подготовки металла – это его взрыв (пескоструйная обработка). После пескоструйной обработки металл может выглядеть чистым но его все еще будет нужно обтереть растворителем или ацетоном для того чтобы извлечь и химические загрязняющие

элементы. Абразивный материал иногда может захватывать кусочки других металлов, которые могут вызвать ржавчину или коррозию металла, который вы свариваете. Никогда не полагайтесь на пескоструйный аппарат для подготовки алюминия к сварке, алюминий очень чувствителен к загрязнениям, которые могут попасть в зону сварки даже после его вытирания.

Очистка для сварки алюминия (рис. 13)

При подготовке алюминия есть немного другой процесс, который вам нужно будет помнить. Алюминий очень чувствителен к загрязнениям, поэтому процесс очистки должен быть выполнен в обратном порядке, чтобы произвести чистые сварные швы.

рис. 13



Сначала вы должны протереть металл растворителем или ацетоном, это удалит любые масла или жир на поверхности. Следующим шагом является удаление любых оксидов на поверхности металла. Для этого используйте шерсть нержавеющей стали или нержавеющую проволочную щетку. Убедитесь, что стальная вата или проволочная щетка используются исключительно для

алюминия, чтобы избежать загрязнений от других металлов. Как только эти инструменты приходят в контакт со сталью они могут перенести стальную стружку в алюминий, которая окончательно создаст ржавчину. После механической обработки оботрите металл растворителем или ацетоном чистой тканью, После чего детали готовы к процессу сварки.

Это не имеет значения, какой вид сварки вы применяете, важно, чтобы занять время для очистки вашего металла перед сваркой. Мало того, что ваши сварные швы будут выглядеть потрясающе, они будут намного сильнее, что всегда является дополнительным бонусом.

Контрольные вопросы.

1. Как производится правка листового металла?
2. Как производится правка металлического прутка?
3. Какой инструмент применяют для механической очистки металла?
4. Какой инструмент и материалы применяют для ручной очистки металлов?
5. В каких случаях применяют ручной способ очистки металла?

2.1.4 Подготовка торцов свариваемого металла под сборку и сварку конструкции согласно технологической документации.

В таблице 3 приведены виды подготовки кромок под сварку.

В таблице 4 приведены основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений.

таблица 3

таблица 4

Виды подготовки кромок под сварку					ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РАЗМЕРЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ				
Виды соединений	Толщина свариваемого металла, мм	Вид подготовки кромок				Тип соединения	Формы подготовленных кромок	Формы готовых сварных соединений	Размеры соединений, мм
		Левая сварка		Правая сварка					
		Односторонняя	Двусторонняя	Односторонняя	Двусторонняя				
Стыковые	До 2					СТЫКОВОЕ	С без фаски	Односторонний	1-4
Стыковые	До 2						С без фаски	Двусторонний	1-6
Стыковые	2 - 5					СТЫКОВОЕ	С V-образной фаской	Односторонний	3-8
Стыковые	5 - 15						С V-образной фаской	Двусторонний	3-60
Стыковые	Свыше 15						С V-образной фаской	Двусторонний	8-120
Угловые	До 5					ТАВРОВОЕ УГЛОВОЕ	С V-образной фаской	Двусторонний	8-100
Угловые	5 - 15						С V-образной фаской	Двусторонний	15-100
Угловые	Свыше 15						С V-образной фаской	Двусторонний	2-30
Тавровые	До 3мм					ТАВРОВОЕ УГЛОВОЕ	С V-образной фаской	Двусторонний	3-60
Тавровые	3 - 15мм						С V-образной фаской	Двусторонний	2-40
Тавровые	Свыше 15					НАПЛЕ-СТОН-НОЕ	Двусторонний	8-100	
						НАПЛЕ-СТОН-НОЕ	Двусторонний	2-60	

Расшифровка сварных символов

Символы сварки часто используются сварщиками и инженерами. Узнайте, как читать общие символы сварки и их значение.

Общие символы сварного шва и их значения.

Когда сварные швы указаны на технических и производственных чертежах, для описания типа шва, его размера и другой информации об обработке и обработке используется загадочный набор символов. Здесь мы познакомим вас с общими символами и их значением. Полный набор символов приведен в стандарте, опубликованном Американским национальным институтом стандартов (ANSI) и Американским сварочным обществом (AWS): ANSI / AWS A2.4, Символы для сварки и неразрушающего контроля.

Структура сварочного символа (рис 14)

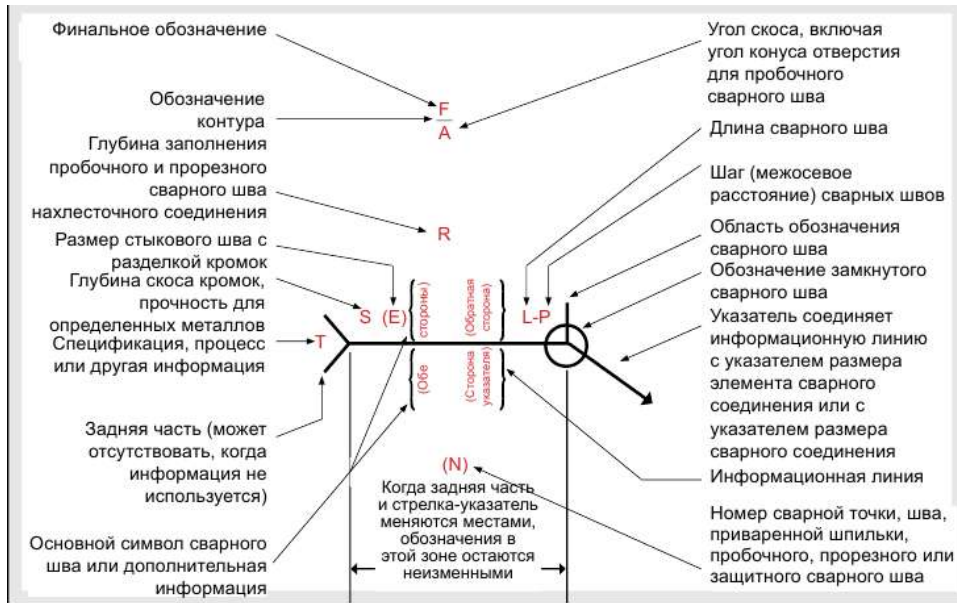


рис. 14

Горизонтальная линия, называемая контрольной линией, - это якорь, к которому привязаны все другие символы сварки. Инструкции по изготовлению сварного шва расположены вдоль контрольной линии. Стрелка соединяет контрольную линию с соединением, которое должно быть сварено. В приведенном выше примере стрелка показана растущей из правого конца контрольной линии и направленной вниз и вправо, но допускается множество других комбинаций.

рис. 15

Довольно часто у соединения есть две стороны, на которые указывает стрелка, и следовательно, два потенциальных места для сварки (рис 15). Например, когда две стальные пластины соединены вместе в Т-образную форму, сварка может выполняться с любой стороны стержня Т-образной детали.

Символ сварного шва различает две стороны соединения с помощью стрелки и пробелов выше и ниже контрольной линии (рис 16). Сторона соединения, на которую указывает стрелка, известна как сторона стрелки, и ее сварка выполняется в соответствии с инструкциями, приведенными ниже контрольной линии. Другая сторона соединения известна как другая сторона, и ее сварка выполняется в соответствии с инструкциями, приведенными выше контрольной линии.

рис. 16



Правило, которое ниже линии равно стороне стрелки, а выше линии равно другой стороне, применяется независимо от направления стрелки, Флаг, растущий из стыке опорной линии и стрелка присутствует, если сварной шов должен быть выполнен в поле при возведении конструкции. Символ сварного шва без флага указывает на то, что сварной шов должен производиться в цехе. На более старых чертежах полевой шов может быть обозначен закрашенным черным кружком на стыке между стрелкой и контрольной линией.

Открытый кружок на стыке стрелка (рис 17) / опорная линия присутствует, если сварной шов должен проходить по всему соединению, как в примере ниже.

рис. 17

Хвост символа сварного шва является местом для дополнительной информации о сварном шве. Он может содержать ссылку на процесс сварки, электрод, детальный чертеж или любую информацию, которая

помогает в создании сварного шва, который не имеет своего собственного специального места на символе.

Типы сварных швов и их символы

Каждая позиция сварки имеет свой собственный базовый символ, который обычно размещается около центра контрольной линии (и выше или ниже ее, в зависимости от того, на какой стороне соединения он находится). Символ представляет собой небольшой рисунок, который обычно можно интерпретировать как упрощенное поперечное сечение сварного шва. В приведенных ниже описаниях символ отображается как в положении стрелки, так и на другой стороне.

рис. 18

Угловые швы (рис 18)

Угловой шов (объявленный «заполняющий его») используются для изготовления внахлестку, угловых соединений и Т - соединений. Как следует из его символа, угловое шовное поперечное сечение имеет приблизительно треугольную форму, хотя его форма не всегда является прямым треугольником или равнобедренным треугольником. Сварной металл

осаждается в углу, образованном соединением двух элементов, и проникает в основной металл и соединяется с ним, образуя соединение. (Примечание: для ясности графики на рисунках ниже не

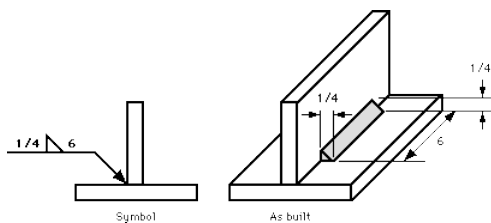
показано проникновение металла сварного шва. Признайте, однако, что степень проникновения важна при определении качества сварного шва.)

Рис 19

(рис 19) Перпендикулярная нога треугольника всегда рисуется с левой стороны символа, независимо от ориентации самого шва. Размер ножки написан слева от символа сварного шва. Если две ветви сварного шва должны быть одинакового размера, дается только одно измерение; если у сварного шва должны быть неравные ножки (гораздо реже, чем у сварного шва с равными ножками), указываются оба размера, и на чертеже указывается, какая ножка длиннее.

Длина сварного шва указана справа от символа (рис 20).

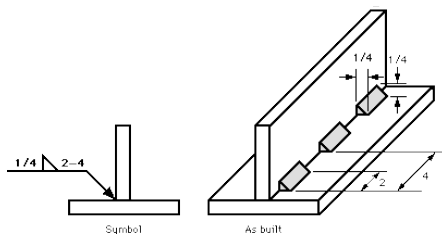
рис. 20



Если длина не указана, то сварной шов должен быть расположен между указанными размерными линиями (если даны) или между теми точками, где может произойти резкое изменение направления сварки (как на конце плит в приведенном выше примере).

Для прерывистых сварных швов длина каждой части сварного шва и интервал между сварными швами разделены чертой (длина первая, интервал вторая) и размещены справа от символа углового шва.

рис 21



Обратите внимание, что расстояние или шаг - это не свободное пространство между сварными швами, а расстояние от центра до центра (или от конца до конца) рис 21.

рис 22

Сварные швы (рис 22) Радиальный шов обычно используется, чтобы сделать от края до края суставов, хотя это также часто используется в угловых соединениях, Т – суставах и суставах между изогнутым и плоскими поверхностями. Как следует из разнообразных символов сварки канавками, существует много способов сделать сварку канавками, причем различия зависят в первую очередь от геометрии соединяемых деталей и подготовки их кромок. Сварной металл осаждается в канавке и проникает в основной металл, образуя соединение. (Примечание: в целях графической ясности рисунки ниже, как правило, не показывают проникновения металла сварного шва. Однако

следует признать, что степень проникновения важна для определения качества сварного шва.)

рис 23

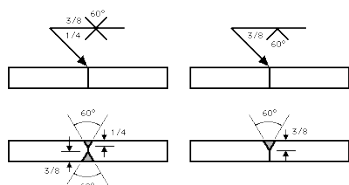
Различные типы сварного шва: Швы с квадратными канавками (рис 23)

Канавка создается либо плотной посадкой, либо небольшим разделением краев. Степень разделения, если есть, указана на символе сварного шва.

рис 24

V-образный паз (рис 24)

Края обеих частей скошены, по отдельности или вдвойне, для создания канавки. Угол V указан на символе сварного шва, как и расстояние в корне (если есть).



Если глубина V не полная толщина - или половина толщины в случае двойного V - глубина дается слева от символа сварного шва.

Если проникновение сварного шва должно быть больше, чем глубина паза, глубина эффективной горловины указана в скобках после глубины V.

рис 25

Конические канавки (рис 25)

Край одной из частей скошен, а другой оставлен квадратным. Перпендикулярная линия символа скоса всегда рисуется с левой стороны, независимо от ориентации самого шва. Стрелка указывает на часть, которая должна быть скошена. Это дополнительное значение подчеркивается разрывом в линии стрелки. (Разрыв не требуется, если у конструктора нет предпочтения в отношении того, какая деталь подвергается обработке кромкой или если деталь, подлежащая обработке, должна быть очевидной для квалифицированного сварщика.) Угол и глубина обработки кромки, эффективное сужение и разделение на Корень описаны с использованием методов, обсуждаемых в разделе V-образной канавки.

рис 26

U-образный паз (рис 26)

Края обеих частей имеют вогнутую обработку. Глубина обработки края, эффективное горло и разделение в корне описаны с использованием методов, обсужденных в разделе V-образной канавки.

рис 27

Flare-V канавка (рис 27)

Обычно используется для соединения двух закругленных или изогнутых частей. Предполагаемая глубина самого шва указывается слева от символа, а глубина шва указана в скобках.

рис 28

Шов с пазом (рис 28)

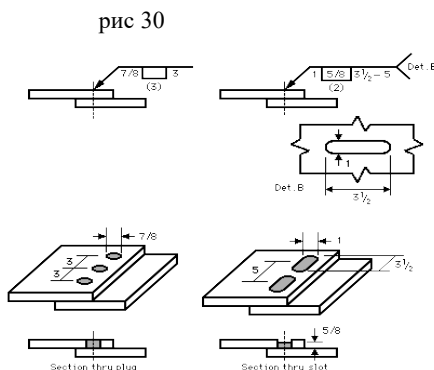
Обычно используется для соединения круглого или изогнутого элемента с плоским. Как и в случае с пирофакелом-V, глубина канавки, образованной двумя изогнутыми поверхностями, и предполагаемая глубина самого сварного шва даны слева от символа, а глубина сварного шва указана в скобках. Перпендикулярная линия символа всегда рисуется с левой стороны, независимо от ориентации самого шва.

рис 29

На рисунке 29 показаны общие дополнительные символы, используемые с канавками швов являются расплав-Thru и бэк - бар символов. Оба символа указывают, что полное проникновение в шов должно быть выполнено с помощью одностороннего сварного шва. В случае расплавления корень должен быть укреплен металлом сварного шва на задней стороне соединения. Высота арматуры, если она критична, указывается слева от символа расплавления, который расположен поперек контрольной линии от основного символа сварного шва.

Когда опорная планка используется для достижения полного проникновения в шов, ее символ помещается поперек контрольной линии от основного символа сварного шва. Если планка должна быть удалена после того, как сварка завершена, в символе задней планки помещается буква «R». Символ задней панели имеет ту же форму, что и символ сварки заглушки или паза, но контекст всегда должен прояснять намерения символа.

Штекерные и щелевые швы (рис 30) используются для соединения



перекрывающихся элементов, в одном из которых имеются отверстия (круглые для сварных швов, удлиненные для щелевых). Сварной металл осаждается в отверстиях, проникает и сплавляется с основным металлом двух элементов, образуя соединение. (Примечание: для большей наглядности на рисунках ниже не показано проникновение металла сварного шва. Однако следует признать, что степень

проникновения важна для определения качества сварного шва.) каждый разъем указан слева от символа, а расстояние между разъемами (шаг) указано справа. Для сварных швов ширина каждой прорези дана слева от символа, длина и шаг (разделены чертой) даны справа от символа, а подробный чертеж указан в хвостовой части. Количество заглушек или пазов указано в скобках над или под символом сварного шва. Обозначения со стороны стрелки и другой стороны указывают, какая часть содержит отверстие. Если отверстие не должно быть полностью заполнено металлом сварного шва, глубина, до которой оно должно быть заполнено, указывается в символе сварного шва.

Контрольные вопросы.

1. Какие сварные соединения вы знаете?
2. Какие основные типы разделки кромок применяют при изготовлении металлоконструкций?
3. Что обозначает горизонтальная линия на чертеже?
4. Что обозначает стрелка соединенная с контрольной линией?
5. Как обозначаются сварные швы на чертежах?

2.1.5 Сварочные материалы согласно технологической документации.

Лучшие материалы для сварки

Специалисты по производству металлоконструкций используют сварку для создания деталей и готовой продукции для широкого спектра [отраслей](#) промышленности. Некоторые сварочные материалы, как правило, образуют связи легче, чем другие. Самые лучшие металлы для сварки, зависят от проекта, и [используемого метода](#). Этот обзор лучших сварочных материалов даст краткое объяснение пригодности каждого металла.

Способы сварки различных металлов

Заварка включает множественные методы, применимые к различным материалам. Наиболее распространенные сварочные процессы включают в себя:

- Контактная сварка
- Ручная дуговая сварка покрытым электродом (SMAW)
- Полуавтоматическая дуговая сварка в среде защитных газов (MIG)
- Аргонно-дуговая сварка не плавящемся электродом в среде инертных газов на постоянном токе (DC-TIG)
- Аргонно-дуговая сварка не плавящемся электродом в среде инертных газов на переменном токе (AC-TIG или DC-TIG)
- Полуавтоматическая дуговая сварка порошковой проволокой (FCAW)

Каждый процесс имеет подход, подходящий для различных типов металлов. Каждый из них имеет уникальный источник энергии, который вызывает слияние между основными материалами. Поскольку каждый металл имеет различные точки плавления и клеточные структуры, они имеют

лучшую совместимость с некоторыми методами, чем другие.

Сталь и нержавеющая сталь

Большинство соответствующих методов заварки: SMAW, DC-TIG, MIG, FCAW.

Металлы на основе железа, такие как сталь и нержавеющая сталь, как правило, работают с наибольшим количеством методов по сравнению с другими. Низкоуглеродистая слабая сталь действует как один из самых свариваемых доступных металлов. Его состав включает в себя небольшое количество элементов, которые могут уменьшить риск неудачного шва. Нержавеющая сталь имеет более сложный химический состав, но она также может работать с несколькими методами, которые учитывают окисление.

Алюминий

Большинство соответствующих методов заварки: SMAW, AC-TIG, MIG

Марки алюминия, которые попадают в серию 1000 и 6000, могут проходить отдельные методы сварки. Алюминий серии 1000 не требует много экстренного усилия во время процесса заварки, делая его просто отрегулировать. Между тем, сварщик может работать с алюминием 6000, если они используют правильные сварочные операции и присадочный материал.

Титан

Самый соответствующий метод заварки: DC-TIG

Когда сварщик защищает Титан от окисления, он может использовать данный процесс для достижения прочных и долгосрочных результатов. Титан требует полного охвата места сварки защитным газом для того чтобы обеспечить высокий уровень герметичности сварки.

Чугун

Самый соответствующий метод заварки: SMAW

Чугун представляет большую трудность в процессе сварки, чем такие металлы, как сталь или алюминий. Его высокое содержание углерода требует тщательного подогрева и методов нагрева, которые обеспечивают постепенные изменения температуры.

Медь и латунь

Самый соответствующий метод заварки: DC-TIG

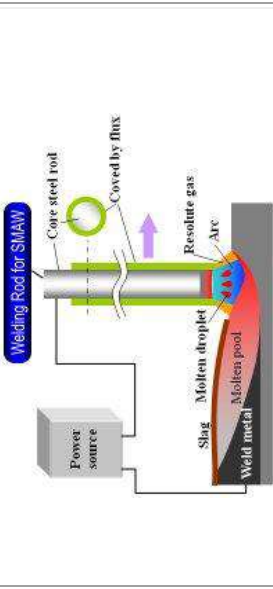

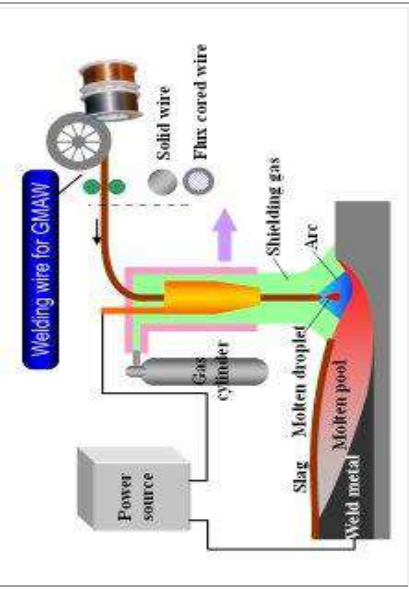
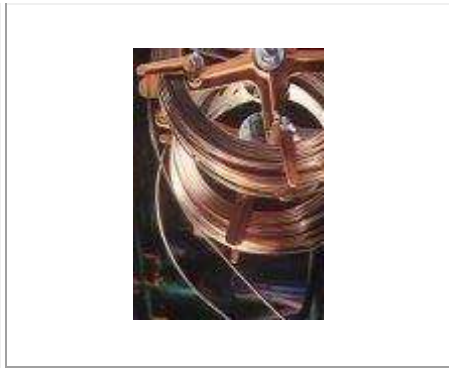
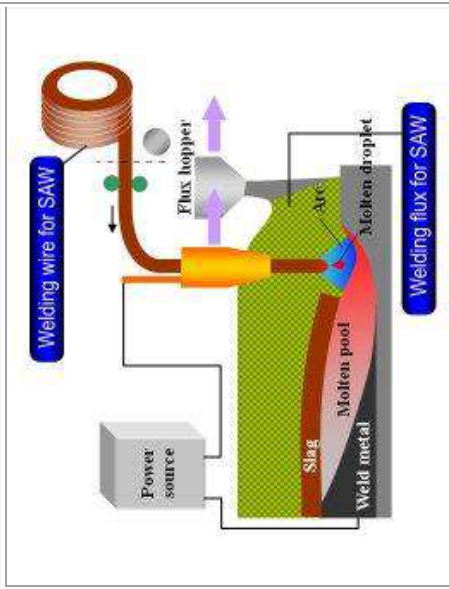
Медь и латунь обладают высокой коррозионной стойкостью, что делает их полезными для различных сварочных применений. В процессе сварки сварщику необходимо учитывать любые сплавы в материале, которые вызывают трещины или окисление.


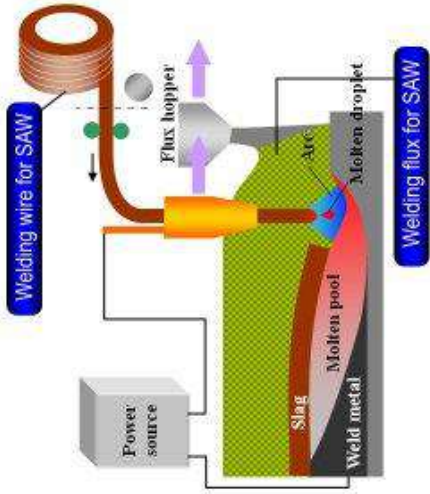
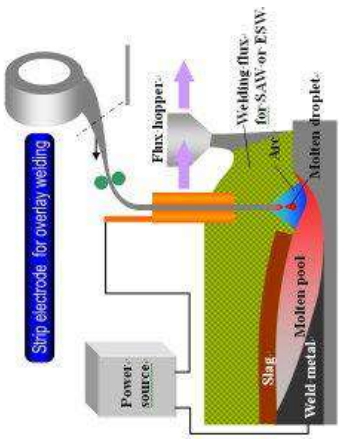
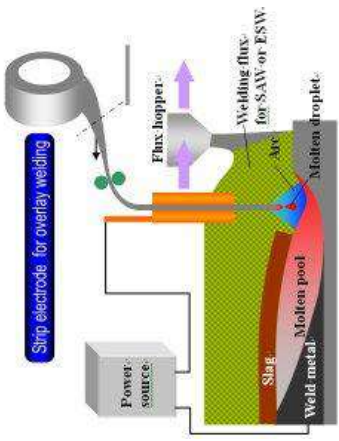
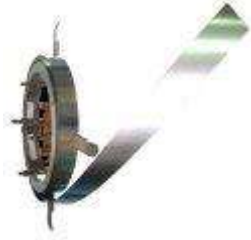
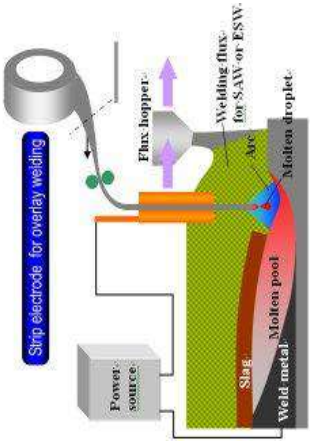
Магний в сплаве

Самый соответствующий метод заварки: AC-TIG

Сплав магния имеет подобные свойства к алюминию. Магний в сплаве имеет гораздо более низкую температуру плавления, чем оксиды, что делает его критическим для удаления оксидов перед сваркой.

В таблице ниже указаны сварочные расходные материалы, характеристики и процессы применения.

Материал	Характерная черта	Внешность	Механизм
<p>SMAW Покрывтый электрод</p>	<p>[Структура] Эти типы материалов окрашены и покрыты флюсом вокруг сердечника стальной стержень. [Характеристики] Защитный газ не нужен из-за перехвата атмосферы и дуги с помощью растворенного газа из потока покрытия. SMAW (Shield Metal Arc Welding) - это простой и легкий метод сварки, который можно сваривать при сильном ветре.</p>		
<p>GMAW(MIG) Сплошная проволока</p>	<p>[Структура] Форма этих материалов - стальная проволока малого диаметра, включая некоторые элементы. Кроме того, существует тип с медным покрытием и без покрытия. Эти провода упакованы в катушку (шпульку) или большой контейнер с барабанной установкой. [Характеристики] Эти материалы наиболее популярны и используются для полуавтоматической сварки человеком-сварщиком или автоматической сварки роботом. Щит дуги из атмосферы выполняют, чтобы продуть газ CO2 или смесь газов CO2 и аргона.</p>		
<p>Порошковая проволока GMAW(MAG)</p>	<p>[Структура] Эти провода имеют двойную структуру: внутренняя поверхность - флюс, а наружная оболочка - тонкая цилиндрическая стальная пластина. Кроме того, существует тип с медным покрытием и без покрытия. Эти провода упакованы в катушку (шпульку) или большой контейнер с барабанной установкой. [Характеристики] Эти проволоки создают меньше разбрызгивания и лучше выглядят валики, чем сплошные проволоки при угловых или вертикальных сварках. Многие из них используются для строительства судов или мостов. Кроме того, существуют и ненужные виды защитного газа.</p>		

<p>SAW Сварочная проволока</p>	<p>[Структура] Форма этих материалов - стальная проволока большого диаметра, включая некоторые элементы. Но в детали есть порошковые накладки. Эти провода в основном упакованы в катушку без катушки. Они используются в сочетании со следующим потоком.</p> <p>[Характеристики] (дуговая сварка под флюсом) может использоваться в диапазоне сверхвысокого тока и становится очень высокой эффективностью благодаря системе из более чем двух электродов. Кроме того, не генерирует дуговых лучей, имеет хороший внешний вид бус и не подвержен сильному ветру.</p>		
<p>SAW Flux</p>	<p>[Структура] Флюсы представляют собой смешанные порошкообразные материалы, содержащие некоторые элементы. И подопшвы в стальном барабане или мешке из бумаги или ткани.</p> <p>[Характеристики] Флюсы заполняются в сварной канавке из основного металла, а затем покрываются дугой при сварке. В некоторых из них есть тип плавления и тип склеивания в зависимости от способа изготовления.</p>		
<p>SAW (ESW). Стрип-электрод</p>	<p>[Структура] Это сварочные материалы ленточной формы с подходящей шириной.</p> <p>[Характеристики] Ленточные электроды используются при наплавке на поверхность другого основного металла. Высокая эффективность работы возможна из-за очень широкого борта. Разновидностью метода сварки является дуговая сварка под флюсом (или электрошлаковая сварка)</p>		

Контрольные вопросы.

1. Какие самые распространенные сварочные процессы?
2. Какие методы сварки применяют для конструкционных и нержавеющей сталей?
3. Какие методы сварки применяют для алюминия?
4. Какие методы сварки применяют для титана?
5. Какие методы сварки применяют для чугуна?
6. Какие методы сварки применяют для меди и латуни?
7. Какие методы сварки применяют для магниевых сплавов?
8. Какие сварочные материалы применяют при различных сварочных процессах?

2.1.6 Сборка деталей под сварку.

рис 31



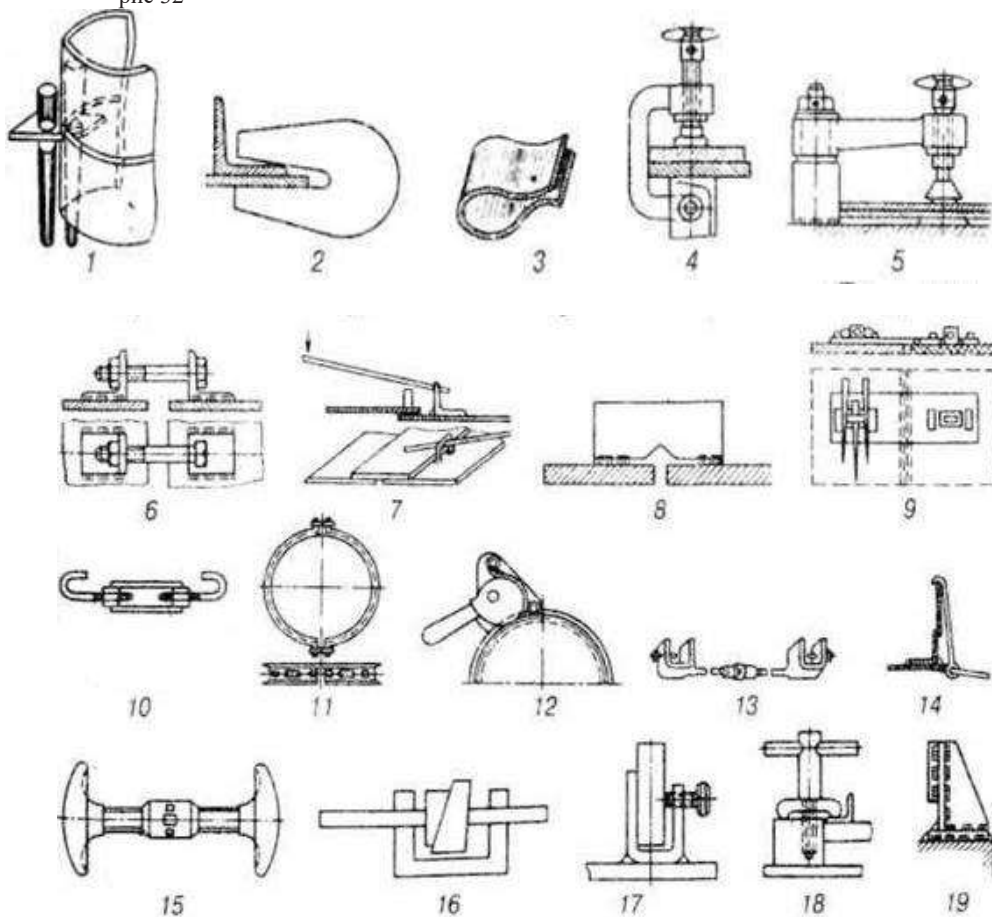
Сборка деталей под сварку (рис 31) производится одним из трех подходов: предварительно собрать всю деталь и сварить все необходимые швы; сварить часть конструкции и к ней постепенно присоединять недостающие детали; предварительная сборка и сварка изделия с отдельных узлов конструкции;

Продуктивность и качество изготовления сварных конструкций во многом зависит от базовых поверхностей (баз) для сборки сварных конструкций. Базовыми считаются поверхности с наибольшими размерами; в качестве направляющей базы — самую длинную поверхность; опорной базой считают любого размера поверхность в нормальном состоянии и неизменной форме (без резов, капель, швов).

Выбирать базу стоит исходя из наличия сборочных приспособлений, вида заготовок, жесткости деталей и точности из размещения, зазора между кромками. Важно учитывать сварочные напряжения и деформации.

Приспособления для сборки и сварки

рис 32



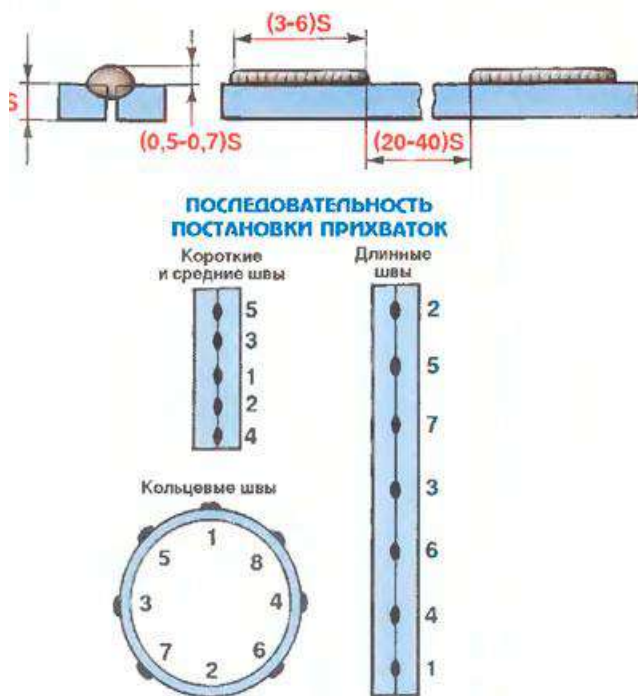
Для более продуктивного и качественного изготовления сварных конструкций используют специальные приспособления для сборки и сварки (рис 32):

1. Универсальный зажим для монтажа и сборки цилиндрических деталей;
2. Ручная скоба для сборки профильного и листового металла;
3. Ручная пружинная скоба для сборки профильного металла;
4. Поворотный винтовой зажим для сборки и крепления деталей в массовом производстве;
5. Струбцина для сборки деталей разного профиля;
6. Угловой прихват из болтом для сборки крупных конструкций с листового металла;
7. Скоба прихваточная с ломом для конструкций, которые собирают внахлест в монтажных условиях;
8. Гребенка на прихватках для крупных листовых конструкций;
9. Прихваточные шайбы с планками и клиньями для листовых конструкций;
10. Пинтовая стяжка для притягивания деталей;
11. Стягивательное кольцо для трубопроводов большого диаметра;
12. Гибкий хомут с эксцентрическим зажимом для цилиндрических деталей;
13. Винтовой распорно-стягивательный механизм для листовых конструкций и плоскостных изделий;

14. Крюк с ломом для стягивания кромок;
15. Винтовая распорка для цилиндрических деталей;
16. Распор для сборки деталей машиностроительных конструкций;
17. Винтовая упорная скоба для деталей ограниченных размеров;
18. Односторонний винтовой упор для сборки профилей ферм и других конструкций;
19. Односторонний упор для сборки конструкций на стационарных постах.

Выполнение прихваток после сборки конструкции

рис 33



Собранные детали прихватывают. Длина прихваток и расстояния между ними (рис 33) зависит от толщины металла и длины шва. Ставят прихватки для фиксации деталей и сохранения зазора между ними в процессе сварки. Прихватка должна проваривать корень шва, потому что в процессе сварки сама прихватка может полностью не переплавиться.

Зависимость длины прихваток и расстояния между ними от толщины металла и длины шва указаны в таблице 5.

Таблица 5

Толщина металла, мм	≤ 5	≤ 5
Длина металла, мм	$\leq 150-200$	≤ 200
Длина прихваток, мм	≤ 5	20-30
Расстояние между прихватками, мм	50-100	300-500

Нужно делать прихватки максимально низкими, лучше если они будут вогнутыми. Прихватки ставят на режимах аналогичных режимам сварки. Иногда прихватку заменяют цельным швом небольшого разреза.

При сварки меди необходимо обходиться без прихваток, зажимать детали в кондукторах или других приспособлениях, потому что они вызывают трещины при повторном нагревании. Прихватки нагревают металл и при последующем передвижении деталей возможно возникновение трещин. Чем больше толщина деталей, тем больше растягивающая усадка в прихватках и возможность появления трещин. Поэтому прихватки целесообразно использовать для деталей небольшой толщины (до 6-8 мм). При большей толщине листов безопасность передвижения узлов можно

достичь при помощи гребенок (эластичных прихваток) или собирают изделие из гибких деталей (решетки, фермы и т.п.)

Подготовка под сварку деталей разной толщины (рис 34)

рис 34



При стыковом соединении деталей разной толщины можно обойтись без дополнительных операций и сваривать их как детали одинаковой толщины, если разница между ними не выше чем значения указанные в таблице ниже.

Допустимая разница между толщиной сварных деталей приведена в таблице 6

таблица 6

Толщина тонкой детали, мм	1-4	4-20	20-30	больше 30
Допустимая разница, мм	1	2	3	4

Для плавного перехода между деталями допускается наклонное размещение поверхности шва.

Если разница в толщине свариваемых деталей больше чем указаны в таблице, то на деталях большей толщины делают скос кромок с одной или обеих сторон. При этом элементы разделки и толщину шва выбирают исходя их размеров меньшей детали. Допускается смещение кромок не более: 0,5 мм — для деталей толщиной до 4 мм; 1,0 мм — для деталей толщиной 4-10 мм; $0,1 \times S$, но не более 3 мм — для деталей толщиной 10-100 мм; $0,01 \times S + 2$ мм, но не более 4 мм — для деталей толщиной более 100 мм. Катеты углового шва должны указываться при проектировании изделия, но не более 3 мм для деталей толщиной до 3 мм включительно и 1,2 толщины тонкой детали при сварке деталей толщиной более 3 мм.

Контрольные вопросы.

1. Сколько методов сборки деталей под сварку?
2. Какие приспособления применяют для сборки и сварки металлоконструкций?
3. Какова последовательность постановки прихваток после сборки?
4. Как подготавливаются детали под сварку разной толщины?

2.1.7 Визуальный контроль качества сборки подготовленного к сварке металла

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется:

Наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;

Качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;

Состояние и угол разделки кромок, наличие зазора между кромками, при необходимости, степень обработки прилегающих поверхностей, соответствие собранной конструкции, техническому описанию на чертеже;

Наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;

Состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;

Температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

Контрольные вопросы.

1. Кем производится контроль качества сборки?
2. Какие параметры проверяются при контроле качества сборки?
3. Какие мероприятия проводятся перед началом сварки металлоконструкций?

2.1.8 Правила безопасного ведения работ, пожаро – и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды.

1. Перед началом выполнения газосварочных работ электрогазосварщик обязан:

Проверить наличие и исправность СИЗ;

Осмотреть и подготовить рабочее место;

Проверить наличие и исправность газосварочной аппаратуры, вентиляции, инструмента, а также воды в водяном затворе;

Подготовить воду для охлаждения горелки и средства пожаротушения;

Убедиться, что вблизи нет легковоспламеняющихся или горючих материалов;

Транспортировку баллонов с газом выполнять на специальных тележках с соблюдением правил ТБ;

Включить вентиляцию.

2. Запрещается:

Работать неисправным инструментом и самому производить устранение неисправностей;

Переносить баллоны на плечах.

3. Перед началом выполнения работ электрогазосварщик обязан:

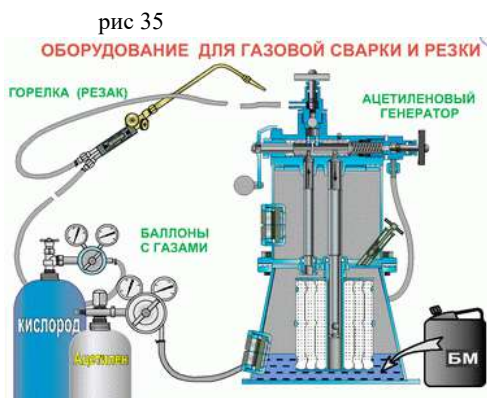
- Предъявить удостоверение о проверке знаний ТБ;
 Надеть каску, спецодежду и спецобувь;
 Получить задание у руководителя.
4. После получения задания у руководителя электрогазосварщик обязан:
 Подготовить необходимые СИЗ;
 Проверить рабочее место на соответствие ТБ;
 Подготовить инструмент, оборудование и проверить их исправность и соответствие ТБ;
 В случае производства работ в закрытых помещениях проверить выполнение ТБ и вентиляции в зоне работы.
 Проверить устойчивость деталей и конструкций, убедиться в отсутствии пожароопасных материалов.
5. Электрогазосварщик не должен приступать к работе при нарушениях требований безопасности. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ, а при невозможности этого электрогазосварщики обязаны сообщить о них руководителю.

Контрольные вопросы:

1. Какие меры безопасности необходимо предусмотреть перед началом работ?
2. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при подготовительных работах?
3. Что запрещается сварщику?

2.2 Подготовка оборудования и аппаратуры к сборке и сварке металлоконструкций

2.2.1 Виды, назначение, устройство, принцип действия и правила эксплуатации аппаратуры для газовой сварки металлов, обращение с газовыми баллонами и ацетиленовыми генераторами; требования к организации рабочего места и безопасности труда



Аппаратура для газовой сварки (рис 35). Газовой сваркой называется сварка плавлением, при которой нагрев кромок соединяемых частей и присадочного материала производится теплотой сгорания горючих газов в кислороде. Классифицируется газовая сварка по виду применяемого горючего газа (ацетиленокислородная, керосина-кислородная, бензина-кислородная, пропан-бутана-кислородная и др.). Широкое применение получили газовые сварки ацетиленокислородная и пропан-бутана-кислородная.

Ацетиленовые генераторы.

Ацетиленовым генератором называется аппарат, предназначенный для получения ацетилена при взаимодействии карбида кальция с водой (рис 36).

рис 36



Ацетиленовые генераторы различают по следующим признакам:

1. По давлению получаемого ацетилена – генераторы низкого давления – до 0,02 МПа и среднего давления – 0,01–0,15 МПа.
2. По производительности – генераторы дают 0,3–640 м³/ч ацетилена (чаще применяют генераторы производительностью 1,25 м³/ч).
3. По способу установки – передвижные и стационарные.
4. По принципу взаимодействия карбида кальция с водой – работающие по принципам «карбид в воду» (КВ), «вода в карбид» (ВК), «вытеснение воды» (ВВ), комбинированные

Принцип КВ предусматривает периодическую подачу в воду карбида кальция. При этом достигается наибольший выход ацетилена – до 95 %.

Принцип ВК осуществляется периодической подачей порций воды в загрузочное устройство, куда заранее насыпается карбид кальция.

Комбинированный принцип предусматривает периодическое соприкосновение и взаимодействие карбида кальция с водой. Применяют два варианта: «вытеснение воды» (для разобщения воды и карбида кальция) и «погружение карбида» (для получения контакта воды с карбидом кальция). Этот принцип осуществляется автоматически и широко используется в передвижных генераторах, но по сравнению с другими дает наименьший выход ацетилена.

Принцип ВВ предусматривает разложение карбида кальция при соприкосновении его с водой в зависимости от уровня воды, находящейся в реакционном пространстве и вытесняемой образующимся газом. Все ацетиленовые генераторы, независимо от их системы, имеют следующие основные части: газообразователь, газосборник, автоматическую регулировку вырабатываемого ацетилена в зависимости от его потребления и предохранительный затвор.

Предохранительные затворы.

рис 37



Предохранительными затворами называются устройства, предохраняющие ацетиленовые генераторы и газопроводы от попадания в них взрывной волны при обратных ударах пламени из сварочной горелки или резака (рис 37).

Обратным ударом называют воспламенение горючей смеси в каналах горелки или резака и распространение пламени по шлангу для подачи горючего газа. При отсутствии предохранительного затвора пламя может попасть в ацетиленовый генератор и вызвать его взрыв. Обратный удар может произойти, если скорость истечения горючей смеси станет меньше ее скорости сгорания, а также от перегрева и засорения мундштука горелки.

Предохранительные затворы бывают жидкостные и сухие. Жидкостные заливают водой, сухие заполняют мелкопористой металло-керамической массой. Затворы классифицируют:

1. По пропускной способности – 0,8; 1,25; 2,0; 3,2 м³/ч.

2. По предельному давлению – низкое давление, когда предельное давление ацетилена не превышает 10 кПа, среднее давление – 70 и высокое давление – 150 кПа. Предохранительные затворы устанавливают между ацетиленовым генератором или ацетиленовым проводом при многопостовом питании от стационарных генераторов и горелкой или резаком.

Редукторы для газовых баллонов.

Редукторы служат для понижения давления газа, поступающего из баллона, до рабочего давления газа (подаваемого через шланг в горелку) и для поддержания давления постоянным в процессе сварки. Применяются различные типы редукторов.

Принцип действия однокамерного редуктора (рис 38). Газ из баллона проходит в камеру высокого давления. При нерабочем положении частей редуктора проход газа из камеры высокого давления в камеру низкого давления закрыт клапаном. При ввертывании регулировочного винта в

рис 38



крышку корпуса пружина-штифт открывает клапан, соединяя камеру высокого давления с камерой низкого давления.

Газ поступает до тех пор, пока давление его на мембрану не уравнивает усилие нажимной пружины. В этом положении расход и поступление газа будут равны.

Если расход газа уменьшается, то давление в камере повышается, клапан закроет отверстие и поступление газа в камеру прекратится. При увеличении расхода газа давление в камере понижается, мембрана отжимает клапан от седла, и тем самым увеличивается поступление газа из баллона. Так автоматически поддерживается постоянное давление газа, подаваемого в горелку.

Сварочные рукава:

Шланги (рукава) для кислорода и ацетилена стандартизованы.

Предусмотрено три типа шлангов:

1. для подачи ацетилена при рабочем давлении не более 0,6 МПа;
2. для жидкого топлива (бензин, керосин) при рабочем давлении не более 0,6 МПа;
3. для подачи кислорода при рабочем давлении не более 1,5 МПа.

Рукава состоят из внутреннего резинового слоя (камеры), нитяной оплетки и наружного резинового слоя. Наружный слой ацетиленовых рукавов – красного цвета, рукавов для жидкого топлива – желтого, кислородных – синего. Длина шланга при работе от баллона должна быть не менее 8 м, а при работе от генератора – не менее 10 м; наибольшая допустимая длина – 40 м.

Крепление рукавов на ниппелях горелок и между собой осуществляется специальными хомутиками.

Сварочная горелка предназначена для смешивания горючего газа или паров горючей жидкости с кислородом и получения устойчивого сварочного пламени требуемой мощности (рис 39).

1. По способу подачи горючего в смесительную камеру – инжекторные и без инжекторные.

2. По назначению – универсальные (для сварки, наплавки, пайки, подогрева и других работ) и специализированные.
3. По роду применяемого горючего.
4. По числу рабочего пламени – однопламенные и многопламенные.
5. По мощности, определяемой расходом ацетилена (л/ч): микромощности (5–60), малой (25–700), средней (50–2500) и большой мощности (2500–7000).
6. По способу применения – ручные и машинные.

рис 39



Большое распространение получили ацетиленокислородные инжекторные горелки.

Они работают по принципу подсоса горючего газа, давление которого может быть ниже 0,01 МПа, т. е. ниже минимальных давлений, установленных для подвижных ацетиленовых генераторов.

Давление кислорода должно быть в пределах 0,15–0,5 МПа. Без инжекторные горелки работают на горючем газе и кислороде, поступающих в смесительную камеру под одинаковым давлением в пределах 0,01–0,1 МПа, т. е. требуют питания горючим среднего давления. Для нормальной работы такой горелки в систему питания включают регулятор, обеспечивающий равенство рабочих давлений кислорода и горючего газа.

Принцип действия ацетиленокислородной инжекторной горелки следующий. По шлангу и трубке к вентилю и через него в инжектор поступает кислород. Вытекая с большой скоростью из инжектора в смесительную камеру, струя кислорода создает разрежение, вызывающее подсос ацетилена. Ацетилен поступает по шлангу к соединительному ниппелю, а затем через корпус горелки и вентиль в смесительную камеру, где образует с кислородом горючую смесь. Полученная смесь по трубке

наконечника поступает в мундштук и, выходя в атмосферу, при сгорании образует сварочное пламя.

Горелка состоит из ствола и комплекта сменных наконечников,

рис.40



присоединяемых к стволу накидной гайкой (рис 40). Каждый наконечник обеспечивает соответствующую мощность пламени. Предусмотрены четыре типа горелок.

Горелки Г1 микромощности – для сварки металлов толщиной 0,1–0,5 мм.

Горелки Г2 малой мощности применяют для сварки тонкостенных изделий (0,2–7 мм) и комплектуются наконечниками №№ 0–4.

Горелки Г3 средней мощности служат для сварки металла толщиной 0,5–30 мм. В комплект горелки входят ствол и семь наконечников №№ 0–7.

Горелки Г4 большой мощности предназначены для сварочных работ и огневой обработки изделий больших толщин (наконечники № 8 и № 9).

Для использования заменителей ацетилена применяется горелка марки ГС–4А–67П, представляющая собой горелку ГС–4 с сетчатым наконечником. Сетчатые наконечники позволяют использовать в качестве горючего пропан-бутановые смеси, природный газ и другие заменители ацетилена. Кроме того, применяются пропан-бутановые горелки ГЗУ–2–62–1, одно сопловые наконечники которых имеют подогреватели и подогревающие камеры, и горелки марки ГЗУ–2–62–П, имеющие сетчатые наконечники без подогревающих устройств. Наконечники этих горелок крепятся на стволе горелок ГС–3.

Для малой мощности используют горелки марки ГЗМ–2–62М с одно сопловым наконечником меньших размеров и подогревающим устройством. Наконечники крепятся на стволе горелок ГС–2.

Контрольные вопросы.

1. Какие горючие газы применяют при газовой сварке?
2. Что входит в комплект сварочного оборудования для газовой сварки?
3. Какие ацетиленовые генераторы, по принципу действия, вы знаете?
4. Сколько типов предохранительных затворов вы знаете?
5. Какое назначение газового редуктора?

6. Сколько типов сварочных рукавов предусмотрено для газовой сварки?
7. Какая классификация газовых горелок?

2.2.2 Расположение, инструмента, оборудования и аппаратуры согласно санитарным нормам и правилам организации рабочего места

При газовой сварке изделий постоянное рабочее место должно быть оборудовано рационально устроенным столом или приспособлением, служащим для удержания и перемещения обрабатываемого изделия. Эти приспособления должны обеспечивать удобное положение корпуса рабочего, а при сварке или ручной резке мелких деталей - возможность выполнять работы сидя.

Находящиеся в эксплуатации ручные резак, горелки, редукторы, шланги и газорезательные машины должны быть закреплены за определенными работниками.

Пользование ацетиленом от трубопровода при газовой сварке разрешается только через постовой затвор. К одному затвору может быть присоединен один пост. Если газоразборный пост питает машину, обслуживаемую одним оператором, то количество горелок или шлангов, установленных на машине, ограничивается только пропускной способностью затвора. При ручных газопламенных работах к затвору может быть присоединена только одна горелка или резак.

Размещение ацетиленовых генераторов в проездах, местах массового нахождения или прохода людей, а также вблизи мест забора воздуха компрессорами или вентиляторами не допускается.

При длительных перерывах в работе должны быть закрыты вентили на газоразборных постах, аппаратуре и баллонах, а регулирующий винт редуктора вывернут до полного освобождения нажимом пружины.

Контрольные вопросы.

1. Какие правила организации рабочего места газосварщика?
2. Какие правила размещения сварочного оборудования на рабочей площадке?
3. Какие меры предосторожности необходимо предусматривать во время перерывов в работе?

2.2.3 Проверка исправности корпуса генератора и загрузочных устройств

Лабораторно-практическое занятие.

1. Убедиться в полной исправности корпуса генератора и загрузочных устройств. Внешним осмотром проверить отсутствие дефектов в сварных швах, стенках корпуса и реторты, образующихся в результате коррозии или механических повреждений.

2. Если в результате осмотра какие-либо участки вызывают сомнения, проверить генератор на герметичность (независимо от результатов

ежедневных осмотров проводить проверку на герметичность не реже одного раза в три месяца).

3. Проверить чистоту и исправность загрузочной корзины. Прутики должны быть прямыми и стоять друг от друга на равном расстоянии, быть сухими и очищенными от гашеной извести.

Контрольные вопросы.

1. Какой порядок внешнего осмотра ацетиленового генератора?
2. Какие требования предъявляются к загрузочной корзине?

2.2.4 Проверка генератора на герметичность.

Лабораторно-практическое занятие.

Испытание корпуса генераторов на герметичность следует проводить при снятых предохранительном устройстве для сброса избыточного давления, предохранительном пламезащитном устройстве и манометре. Перед началом испытания корпуса генераторов следует заглушить все отверстия, кроме одного, к которому подключить источник давления. Создать в генераторе наибольшее допустимое давление в зависимости от вида генераторов.

Генераторы должны быть прочными:

- при наибольшем допустимом давлении, равном 0,02 МПа, - для генераторов низкого давления;

- при давлении, равном 0,23 МПа, - для генераторов среднего давления.

Проверку герметичности проводят смачиванием разъемных и неразъемных соединений генераторов водным раствором мыла или опусканием генератора в ванну с водой.

Давление выдерживают не менее 5 мин.

Проверку герметичности генераторов в сборе осуществляют аналогичным способом.

Генераторы считаются выдержавшими испытания на герметичность, если после выдержки под давлением не обнаружено пузырьков газа в местах разъемных и неразъемных соединений.

Контрольные вопросы.

1. Какой порядок подготовки генератора к испытанию?
2. Какая технологическая последовательность испытания?
3. В каких случаях считают испытание на герметичность генератора выдержавшим?

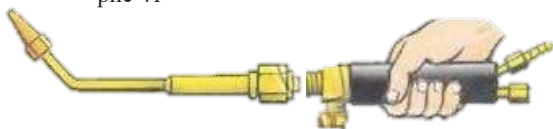
2.2.5 Проверка герметичности горелки, предохранительного затвора, надежности присоединения шланга к затвору и горелке.

Практическое занятие.

Проверка горелки перед работой:

Перед присоединением к горелке - шланги продуть

рис 41



Присоединить к штуцеру горелки шланг для подачи кислорода (рис 41)
Проверка на разрежение (Подсос)

рис 42



Проверить горелку на разрежение в ацетиленовом канале (рис 42)

рис 43



Присоединить шланг для подачи ацетилена
Проверить точность и надежность закрепления шлангов хомутами (рис 43)

Прикрепить наконечник с помощью накидной гайки

Присоединить кислородный шланг к ниппелю

Установить давление кислорода по манометру редуктора (например, для наконечника №4 давление 0,2-0,4 МПа)

Полностью открыть вентиль ацетилена, а затем кислорода

Убедиться в наличии разрежения, поднеся большой палец к ниппелю ацетилена (палец должен присасываться)

При отсутствии разрежения:

1. Закрывать вентиль кислород и отсоединить наконечник.
2. Завернуть инжектор из смесительной камеры на 1/2 оборота.
3. Собрать горелку и испытать ее повторно.

4. При отсутствии разрежения снять наконечник, вывернуть из него инжектор и мундштук. Проверить, не засорены ли отверстия. При необходимости прочистить мягкой проволокой и продуть воздухом

5. Проверить, плотно ли прижат инжектор к седлу корпуса горелки, устранить не плотность.

Проверка на газонепроницаемость

Присоединять кислородный шланг попеременно к ниппелям кислорода и ацетилена

Подать кислород под давлением 0,2-0,4 МПа

Мундштук опустить в воду на 15-20 с

На поверхности воды не должно быть пузырьков

Предохранительные устройства

Испытание предохранительного устройства для сброса избыточного давления: Предохранительное устройство для сброса избыточного давления должно обеспечивать выпуск избытка газа из генераторов при давлении, превышающем наибольшее рабочее давление не более чем на 15%.

Испытание предохранительного пламегасящего устройства на прочность, герметичность, отсутствие уноса жидкости, а также давление открытия и закрытия клапана следует проводить по [ГОСТ 12.2.054.1](#).

Контрольные вопросы.

1. Какое назначение сварочной горелки?
2. Какая последовательность проверки горелки перед работой?
3. Как проверить горелку на разряжение?
4. Какие действия выполняют при отсутствии разряжения?
5. Как проверить горелку на газонепроницаемость?
6. Как проверяются предохранительные устройства?

2.2.6 Размещение газовых баллонов в соответствии с инструкцией.

Согласно требований ТБ и охраны труда при производстве газопламенных работ, газовые баллоны устанавливаются в вертикальном положении на расстоянии не менее 5м. от рабочей зоны. Баллоны должны быть, надежно закреплены. Ложить газовые баллоны запрещено. Расстояние между баллонами должно составлять не менее 5м.

Контрольный вопрос.

1. Какие правила организации рабочего места газосварщика?

2.2.7 Проверка наличия и исправности манометров и редукторов.

Манометры на редукторах должны ежегодно проверяться, пломбироваться и клеймиться областными (межрайонными) лабораториями государственного надзора за стандартами измерительной техники.

Перед началом работ необходимо проверить целостность защитных стекол, корпусов манометров, указательная стрелка должна ровняться на ноль.

Контрольные вопросы.

1. Какой порядок проверки газосварочного оборудования перед началом работ?
2. Какой принцип действия газового редуктора?
3. Сколько типов сварочных редукторов предусмотрено стандартом?

2.2.8 Правила безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды

При зажигании ручной горелки необходимо сначала немного приоткрыть вентиль кислорода затем открыть вентиль ацетилена и после кратковременной продувки шланга зажечь горючую а при тушении,

наоборот, первым перекрывают ацетилен, а потом кислород.

При перегреве горелки (резака) следует приостановить работу, а горелку (резак) потушить и охладить до полного остывания. Для охлаждения горелки необходимо иметь сосуд с чистой водой.

Расходовать ацетилен из генераторов до полного снижения и потухания пламени горелки запрещается во избежание подсоса воздуха и возникновения обратного удара.

При обратном ударе пламени горелка должна быть немедленно погашена. Сначала закрывают вентиль подачи кислорода и вентиль на водяном затворе. Прежде чем зажечь вновь пламя обратного удара, надо проверить состояние водяного затвора и шлангов. Затвор должен быть разобран и осмотрен с проверкой обратного клапана, а в без мембранном затворе проверяется исправность отражателя. После каждого обратного удара шланги должны быть заменены.

Контрольные вопросы:

1. Какой порядок зажигания ацетиленовой горелки?
2. Какие действия предпринимаются при перегреве горелки?
3. Какие предусмотрены правила безопасности ведения газосварочных работ?

2.3 Выбор параметров и режима сварки металлоконструкции

2.3.1. Выбор режимов сварки в зависимости от конфигурации и толщины свариваемых деталей; выбор режима нагрева металла в зависимости от его марки и толщины; режимы сварки при выполнении вертикальных и наклонных швов; требования к организации рабочего места и безопасности труда

таблица 7

Режимы газовой сварки (таб. 7) определяют:

Параметры режима газовой сварки

1. Диаметр сварочной проволоки
 а) для левого способа сварки $d = \frac{s}{2} + 1$; мм d - диаметр проволоки, мм
 б) для правого способа сварки $d = \frac{s}{2}$, мм s - толщина металла, мм

2. Марка сварочной проволоки
 Подбирается в зависимости от марки свариваемой стали и ответственности сварных изделий

Марки свариваемой стали	Марки сварочной проволоки	
	При сварке особо ответственных и ответственных конструкций	При сварке прочих конструкций и изделий
Ст. 0		Св-08 или Св-15
Ст. 1	Св-08 или Св-15	Св-08 или Св-15
Ст. 2	Св-08 или Св-15	Св-08 или Св-15
Ст. 3	Св-08 или Св-15	Св-08 или Св-15
Ст. 4	Св-08 или Св-15	Св-08 или Св-15
08	Св-08А	Св-08
10	Св-08А	Св-08
15	Св-08А или Св-08ГА	Св-08 или Св-15
20	Св-08А или Св-08ГА	Св-08 или Св-15
30	Св-08А или Св-08ГА	Св-08 или Св-15
15Г	Св-08ГА или Св-15ГА	Св-08Г или Св-15Г
20Г	Св-08ГА или Св-15ГА	Св-08Г или Св-15Г
30Г	Св-08ГА или Св-15ГА	Св-08Г или Св-15Г

3. Мощность пламени горелки
 Подбирается в зависимости от толщины свариваемых кромок и метода сварки.
 В общем случае: $M = K \cdot S$, л/час

M - расход горючего газа, л/час;
 K - удельный расход горючего газа на 1 мм свариваемой толщины

- мощностью сварочного пламени
- углом наклона присадочного материала и мундштука горелки
- диаметром присадочного материала
- скоростью сварки.

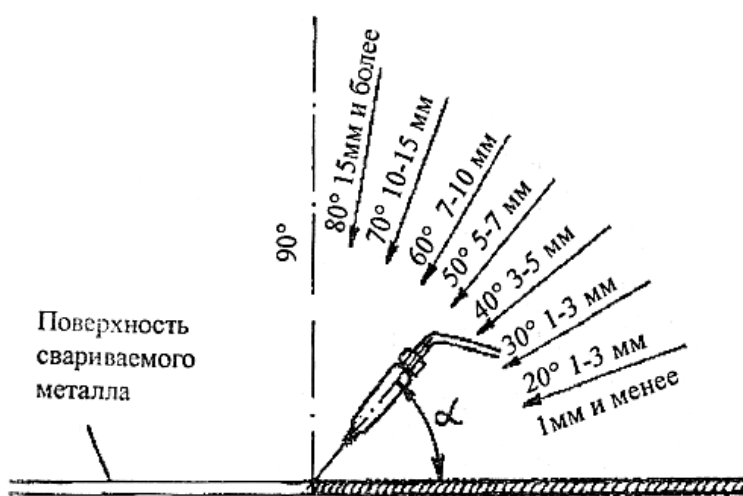
Сварочное пламя должно обладать достаточной тепловой мощностью, которую выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и его физических свойств. Выбор режимов сварки целиком и полностью зависит от толщины свариваемых деталей.

Мощность сварочного пламени напрямую зависит от расхода горючего газа и для ацетиленовой сварки ее приближенно можно определить по формуле: $V_a = k \cdot S$

Где V_a — мощность пламени, определяема расходом ацетилена, л/час; S — толщина свариваемого материала, мм; k — коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от вида стали.

К примеру, для низкоуглеродистой стали и чугуна $k = 100 - 130$, а для высокоуглеродистой стали $k = 75 - 100$. Для алюминия и его сплавов $k = 100 - 150$ для медных сплавов — $150 - 225$. Изменяя тепловую мощность пламени, сварщик в довольно широких пределах может регулировать скорость нагрев расплавления металла, что является одним из преимуществ газопламенной сварки.

рис 44



Угол наклона мундштука сварочной горелки увеличивают с увеличением толщины свариваемого металла. Зависимость угла наклона для сварки сталей приведена на рис. 44. Если сваривают цветные металлы, теплопроводность которых выше стали, то угол наклона мундштука немного увеличивают.

Контрольные вопросы.

1. По каким параметрам определяют режимы газовой сварки?
2. От чего зависит мощность сварочного пламени?
3. От чего зависит угол наклона мундштука сварочной горелки?

2.3.2 Выбор видов и мощности подогревающего пламени, номера наконечника сварочной горелки в соответствии с толщиной металла.

Для начала рассчитываем мощность пламени M (часовой расход горючего газа) (л/ч), которая пропорциональна толщине свариваемого металла S (мм) рассчитываем по формуле: $M = R_m \cdot S$ где, R_m - коэффициент пропорциональности. Коэффициент пропорциональности для углеродистых сталей равно 0,028-0,036; для легированных сталей 0,021-0,028; для меди 0,042-0,063; для алюминия 0,028-0,042.



Рассчитав требуемую мощность пламени для сварки металла данной толщины, по ней легко подобрать соответствующий номер наконечника горелки исходя из ее паспортной характеристики (рис 45).

Контрольные вопросы.

1. От каких параметров зависит вид сварочного пламени?
2. Как правильно выбрать номер наконечника горелки?

2.3.3 Присадочный материал

Присадочными материалами являются проволока, прутки (стержни), полоски металла, близкие по свойствам свариваемому металлу. При проведении сварки они обеспечивают дополнительный металл для заполнения зазора между свариваемыми кромками и образования сварного шва требуемой формы.

Требования к присадочной проволоке: по своим свойствам и характеристикам присадочная проволока должна быть идентична свариваемому металлу; необходимо, чтобы поверхность проволоки была чистой и гладкой, без трещин, расслоений, раковин, окалины, ржавчины и других дефектов; на поверхности низкоуглеродистой и легированной проволоки не допускается наличия технологической смазки, за исключением мыльной, не содержащей графит и серу.

Сварочная проволока для сварки стали

Материал проволоки	Марки проволоки
Низкоуглеродистая сталь	Св-08, -08А, -08АА, -08ГА, -10ГА, -10Г2 и др.
Легированная сталь	Св-08ГС, -12ГС, -08Г2С, -10ГН, -08ГСМТ, -18ХГС, -08ХМФА, -10ХГ2СМА, -13Х2МФТ, -08ХН2ГМТА, -08ХН2ГМЮ и др.
Высоколегированная сталь	Св-12Х11НМФ, -10Х11НВМФ, -12Х13, -20Х13, -04Х19Н9, -08Х16Н8М2, -13Х25Т, -06Х14, -08Х19Н10Г2Б, -06Х19Н10М3Т, -07Х19Н10Б, -01Х23Н28М3Д3Т, -08Н50, и др.

Присадочные прутки для газовой сварки и пайко-сварки чугуна

Марки прутков	Назначение
А	Сварка крупногабаритных отливок с общим подогревом
Б	Сварка деталей сложного профиля с тонкими стенками и местным подогревом
ПЧ-1, -2	Газовая сварка серого чугуна
ПЧ-3	Газовая сварка серого чугуна сложного профиля
ПЧН-1	Газовая сварка и пайко-сварка серого чугуна
ПЧН-2	Пайко-сварка серого чугуна
ПЧИ	Износостойкая наплавка серого чугуна
ПЧВ	Газовая сварка высокопрочного чугуна
НЧ-2	Низкотемпературная пайко-сварка чугунных отливок с тонкими стенками
УНЧ-2	Пайко-сварка толстостенных чугунных отливок
ЛОК-59-1-03	Низкотемпературная пайко-сварка чугуна с использованием латунных прутков
ЛОМНА-49-05-10-4-0,4	Низкотемпературная пайко-сварка с применением латунных прутков для обеспечения одноцветности сварного шва и чугуна

Присадочная проволока для газовой сварки меди и ее сплавов

Марки проволоки	Назначение
М1	Сварка неответственных соединений из меди
М1р, М3р	Сварка конструкций общего назначения из меди
М Ср-1	Сварка ответственных и электротехнических конструкций из меди
МНЖ-5-1	Сварка конструкций из медно-никелевого сплава, медно-никелевого сплава и латуни или алюминиево-марганцевой бронзы
МНЖКТ-5-5-02-02	Сварка ответственных конструкций из меди
Л63	Газофлюсовая сварка латуни
ЛК62-05	Сварка латуни
ЛО60-1	Газофлюсовая сварка латуни, легированной оловом
ЛКБО62-02-004-05	Сварка латуни
ЛМц58-2, ЛЖМц59-1-1, ЛОК59-1-03	Сварка латуни и меди с латунью

Присадочная проволока для газовой сварки алюминиевых сплавов

Присадочная проволока	Свариваемые металлы
СВАК5, СВАМц, СВАВ00, СВА1, СВА85Т, СВА97	АД0, АД, АД1 – чистый алюминий
СВАК5, СВАМц	АМц-деформируемые сплавы алюминия с марганцем (1,0...1,6%)
СВАМг5, СВАМг6, СВАМг3	АМг1, АМг3-деформируемые сплавы алюминия с магнием (2...6%)
СВАМг3 – при толщине металла до 1мм, СВАК5 – при толщине свыше 1мм	Д16, В-95 - дюралюминий
СВАК12, СВАК3, СВАК5	АЛ2, АЛ4, АЛ9 – литейные алюминиевые сплавы

Контрольные вопросы.

1. Что называется присадочным материалом?
2. Каково назначение присадочных материалов?
3. Какими свойствами должны обладать присадочные материалы?
4. Какие требования предъявляются к присадочной проволоке?

2.3.4 Расход горючего газа и кислорода

Расход газов при сварке стали горелками типа РС-53 и ГСМ-53

Номер наконечника	Толщина металла, мм	Рабочее давление кислорода, кПа	Расход газов, л/ч кислорода	Расход газов, л/ч ацетилена
0	0,2 – 0,7	50 – 400	22 – 70	20 – 65
1	0,5 – 1,0	100 – 400	55 – 135	50 – 125
2	1,0 – 2,5	150 – 400	130 – 260	120 – 210
3	2,5 – 4,0	200 – 400	260 – 440	230 – 400
4	4 – 7	200 – 400	430 – 750	400 – 700
5	7 – 11	200 – 400	740 – 1200	670 – 1100
6	10 – 18	200 – 400	1150 – 1950	1050 – 1750
7	17 – 30	200 – 400	1900 – 3100	1700 – 2800

Контрольные вопросы.

1. По каким показателям определяют расход газов при сварке?
2. Какое должно быть соотношение кислорода и горючего газа?

2.3.5 Регулировка сварочного пламени



Контрольные вопросы.

1. Как выбирается и регулируется мощность сварочного пламени?
2. Из каких зон состоит сварочное пламя?
3. Какие виды и их характеристики сварочного пламени?

2.4 Меры для предупреждения деформаций при сборке и сварке металлоконструкции

2.4.1 Сборка конструкции с учетом возможной деформации в соответствии со сборочным и рабочим чертежами и техническими условиями

Предотвращение напряжений и деформаций

Жесткое закрепление деталей. Эффективной мерой снижения сварочных остаточных деформаций является сварка деталей и узлов, закрепленных в приспособлениях. Однако при этом сильно возрастают сварочные напряжения. После того как сварной узел освобождают от приспособления, в котором он был закреплен, появляются деформации от усадки швов. Уменьшение деформаций при сварке в закрепленном состоянии объясняется тем, что при нагреве до высоких температур происходит пластическая деформация. Этот способ применяют для конструкций, изготовленных из вязких материалов, не склонных к образованию трещин.

Создание обратных деформаций. Часто заготовку подвергают дополнительной обратной деформации. Обратная деформация свариваемых элементов может выполняться по схемам, показанным на рис 46.

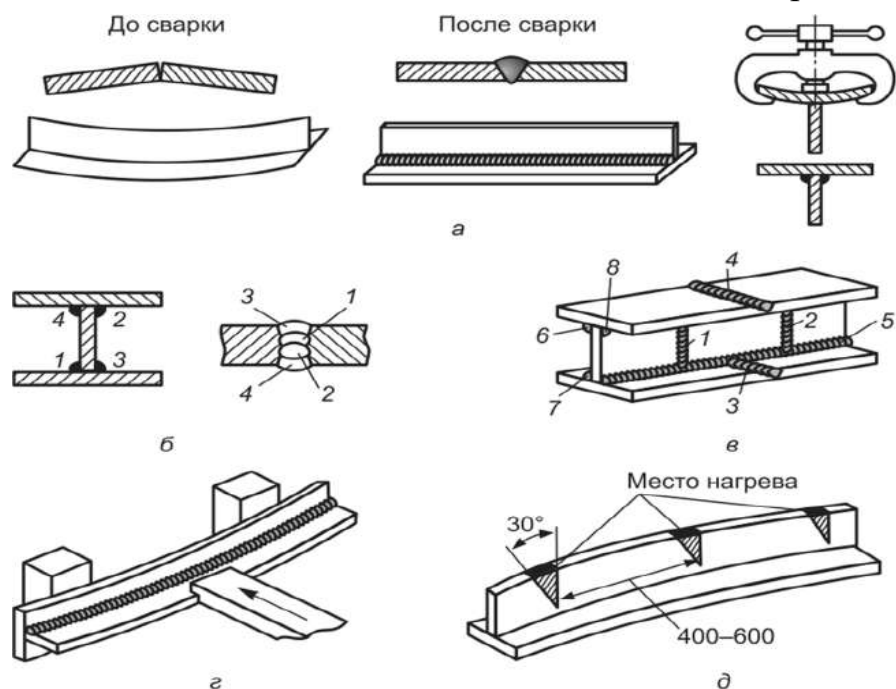


Рис 46. а - сборка деталей с учетом возможных деформаций; б - рациональная последовательность наложения швов; в - уравнивание деформаций 1-8 - последовательность наложения швов; г - механическая правка; д - термическая правка;

Методы борьбы с деформациями:

Метод предварительного изгиба свариваемых деталей используют для предотвращения угловых деформаций.

Листы небольшой ширины располагают предварительно выгибая в сторону, обратную ожидаемой деформации. Листы большой ширины можно укладывать с предварительным изгибом свариваемых кромок.

Для устранения деформаций тавровых и двутавровых балок используют приспособления, которые изгибают балку в сторону, обратную ожидаемой деформации.

Снижение массы наплавленного металла. В сварных конструкциях это достигается правильным конструированием изделия, сокращением количества и размеров сварных швов, уменьшением сечения швов за счет изменения угла скоса кромок, использованием технологии сварки с глубоким проплавлением и сварки на форсированных режимах.

Правильная последовательность наложения швов. В технологических процессах производства сварных конструкций предусматривают способы сварки, обеспечивающие получение минимальных деформаций (рис.46 б, в). Стыковые соединения с X-образной подготовкой кромок следует сваривать попеременно с каждой стороны для уменьшения коробления свариваемых элементов.

Применение многослойных швов. Сварка многослойными швами позволяет уменьшить внутренние напряжения, улучшить структуру и качество наплавленного металла, выполнить послойную термическую обработку швов. Целесообразно использование тех марок электродов, которые обеспечивают получение наиболее пластичного металла шва.

Принудительное охлаждение. Уменьшение сварочных напряжений и деформаций при сварке низкоуглеродистых и не закаливающихся сталей достигается применением принудительного охлаждения (водой, с помощью теплоотводов из меди и др.).

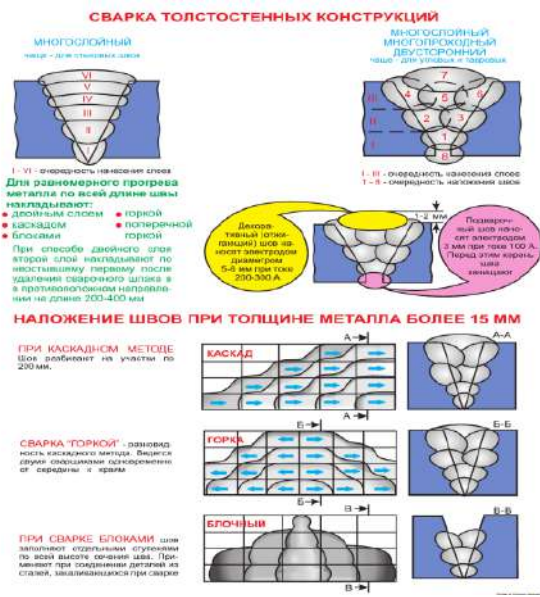
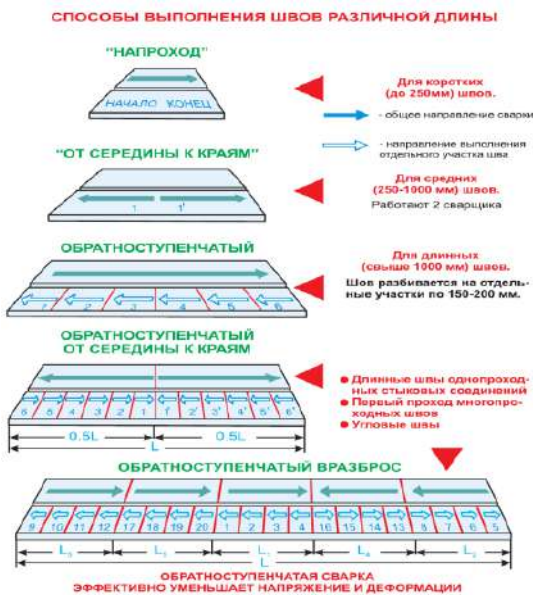
Контрольные вопросы.

1. Какие применяются меры борьбы с напряжениями?
2. Какие применяются меры борьбы с деформациями?

2.4.2 Последовательность выполнения сварных швов в соответствии с технологической картой

Под порядком выполнения сварных швов понимают последовательность выполнения шва по длине и способе заполнения разделки.

Рис 47



Газовая сварка протяженных швов

Последовательность выполнения швов зависит от их длины. По протяженности сварные швы делят на три основные группы (рис 47):

- короткие швы до 250 мм свариваемые за один проход; , средние швы от 250 до 1000 мм рекомендуется варить от середины к концам или обратно ступенчатым методом;
- длинные швы свыше 1 метра рекомендуется варить от середины к краям, обратно ступенчатым способом или комбинируя двумя сварщиками.

При обратно ступенчатом способе сварки сварной шов делят на участки длиной по 150-200 мм, каждый участок варят в направлении, обратном общему направлению сварки. В зависимости от количества проходов (слоев), необходимых для выполнения проектного сечения шва, различают однопроводный (однослойный) и многопроходный (многослойный) швы.

Порядок газовой сварки толстостенного металла

Сварной шов может выполняться за один проход, в этом случае он называется однослойным. При большой толщине сварку производят в несколько проходов, в результате которых валики последовательно накладываются друг на друга. Такой шов называют многослойным. При сварке соединений из толстостенных материалов свыше 20 мм когда есть опасность возникновения после сварочных напряжения, деформаций, сталей склонных к закалке с плохой свариваемостью, разделку заполняют с применением специальных приёмов «горкой» или «каскадным».

При сварке «горкой» направляют первый валик небольшой длины 200-300 мм, затем второй, перекрывающий первый и имеющий в 2 раза большую длину. Третий слой перекрывает второй и длиннее его на 200-300 мм. Так производят сварку до полного заполнения разделки. От получившейся

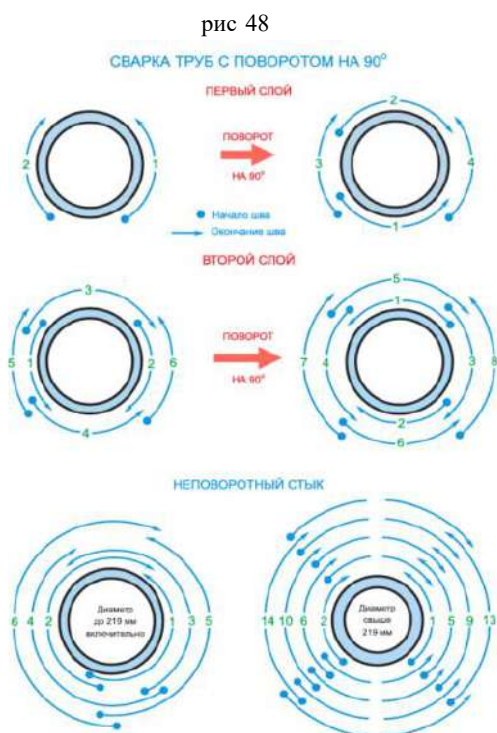
“горки” сварку производят таким же способом далее. Так достигается более медленное охлаждение металла в зоне сварке, что препятствует образованию трещин.

Сварка за один проход проще и экономичней, но металл шва при этом получается с более низкими механическими свойствами из-за увеличенной зоны перегрева и столбчатой структурой металла. При многопроходной или многослойной сварке получается эффект термообработки накладываемый валик отжигает предыдущий, в результате структура получается мелкозернистой.

Порядок газовой сварки труб

Сварка трубопроводов относится к самым сложным сварочным работам.

Сварку не поворотных стыков труб диаметром до 219 мм начинают снизу в потолочном положении, отступив от нижней точки 10-15 мм (рис 48). Сваривают половину стыка до верхней точки трубы. Зачищают начало и конец сваренного участка механическим способом с обеспечением плавного перехода высоты валика шва к притуплению кромок. Выполняют сварку второго участка шва, начиная сварку с потолочного положения, со



смещением начала его сварки на -10 мм на первый участок и перекрывают окончание первого участка на -10 мм.

Последовательность сварки труб диаметром более 219 мм. Сварку выполняют обратноступенчатым способом, при этом длина каждого участка должна быть в пределах 200-250 мм. Порядок сварки показан на рисунке. Длина участков последующих слоев может составлять половину окружности стыка.

Сварку труб большого диаметра желательно производить одновременно двумя сварщиками. Каждый варит половину стыка, с противоположенных сторон трубы. Сварка также выполняется снизу в вверх.

Контрольные вопросы:

1. На сколько групп делятся сварные швы по протяженности?
2. Сколько способов выполнения сварных швов?
3. Какие методы наложения швов используют при толщине металла более 15 мм?
4. Какая последовательность сварки труб диаметром до 219 мм?
5. Какая последовательность сварки труб диаметром более 219 мм?
6. Какие виды металлоконструкций вы знаете?

2.5 Сборка и сварка металлоконструкции

2.5.1 Технологии и особенности газовой сварки металлов и сплавов; способы передвижения горелки по шву; техника выполнения сварки нижних, горизонтальных, вертикальных швов, однослойная и многослойная сварка, сварка пламенем повышенной мощности; сварка многопламенной горелкой; сварка сквозным валиком; виды деформации при сварке, методы их предупреждения и уменьшения; термическая обработка изделий после сварки; способы ремонта сварных конструкций; требования к организации рабочего места и безопасности труда

Технологии и особенности газовой сварки металлов и сплавов

Регулировка параметров пламени осуществляется при помощи редуктора, который позволяет менять состав газовой смеси. При помощи редуктора можно получать пламя трех основных типов: восстановительное (используемое для сварки практически всех металлов), окислительное и с повышенным количеством горючего газа. При сварке металлов в расплавленной ванне протекают одновременно два процесса – окисление и восстановление. При этом при сварке алюминия и магния окислительные процессы протекают активнее.

Сам сварочный шов и участок, прилегающий к нему, характеризуется разными параметрами. Так, участок металла, прилегающий к шву, отличается минимальной прочностью, именно он наиболее склонен к разрушению. Прилегающий к данной зоне металл имеет структуру с крупными зернами.

Чтобы улучшить качество шва и зоны, которая к нему прилегает, выполняют дополнительный нагрев или так называемую термическую ковку металла.

Технологии сварки различных металлов имеют свои нюансы.

Газовую [сварку деталей из низкоуглеродистой стали](#) выполняют с помощью любого газа. В качестве присадочного материала при сварке таких сталей используется проволока из стали, содержащей небольшое количество углерода.

Методы сварки [легированных сталей](#) выбираются в зависимости от их состава. Так, нержавеющие жаропрочные стали варятся с использованием проволоки, содержащей хром и никель, а отдельные марки требуют применения присадочного материала, дополнительно содержащего молибден.

Чугун варится науглероживающим пламенем, которое предотвращает пиролиз кремния и образование зерен хрупкого белого чугуна.

Для сварки меди необходимо использовать пламя большей мощности. Кроме того, по причине повышенной текучести меди детали из нее сваривают с минимальным зазором. В качестве присадочного материала используется проволока из меди, а также флюс, который способствует раскислению металла шва.

При [сварке латуни](#) есть риск улетучивания цинка из ее состава, что может привести к повышенной пористости металла шва. Чтобы избежать

этого, в пламя горелки подают больше кислорода, а в качестве присадки используют латунную проволоку.

Сварка бронзы осуществляется восстановительным пламенем, которое не выжигает из этого сплава олово, алюминий и кремний. В качестве присадки применяется проволока из бронзы похожего состава, в которой дополнительно содержится кремний, способствующий раскислению металла шва.

Способы передвижения горелки по шву

По способу перемещения горелки вдоль шва различают сварку левую и правую (рис 49). Наиболее распространенным является способ левой сварки, который применяется при сварке тонких деталей, а также деталей из легкоплавких металлов и сплавов.

рис 49



Горелку перемещают справа налево присадочная проволока находится перед пламенем, которые, подогревают не сваренный участок и присадочную проволоку.



При левой сварке мощность пламени принимают 100-130 дм³ ацетилена в час на 1 мм толщины металла.

Тепло пламени при правой сварке рассеивается в меньшей степени, чем при левой сварке. В этом случае угол раскрытия кромок деталей можно уменьшить, особенно при больших толщинах. При меньшем угле разделки кромок снижается количество наплавленного металла и расход присадочной

Правый способ сварки

ПРИ ПРАВОМ СПОСОБЕ горелку перемещают слева направо, а присадочная проволока перемещается вслед за горелкой. Пламя направляют на уже сваренный участок шва. Мундштуком производят незначительные колебания. При сварке листов толщиной менее 8 мм мундштук перемещают вдоль оси шва без колебаний. Конец проволоки держат погруженным в сварочную ванну и спиралеобразными движениями перемешивают жидкий металл для облегчения удаления окислов и шлаков. Правый способ используют при толщинах металла более 3 мм с разделкой кромок. Тепло пламени рассеивается меньше, чем при левом способе



наплавленный металл и замедляет его охлаждение. Естественно, что правая сварка больших толщин оказывается более производительной, чем левая. Скорость правой сварки в среднем на 10-20 % выше скорости левой сварки. Экономия газов составляет 10-15 %. Мощность пламени при правой сварке сталей принимают 120-150 дм³ ацетилена в час на 1 мм толщины металла.

рис 50

Диаметр присадочной проволоки для сварки

низкоуглеродистых сталей принимают в зависимости от способа сварки:

для левого способа $d = S + 1$ (мм);

для правого способа $d = S$ (мм), где d – диаметр присадочной проволоки, мм; S – толщина свариваемой детали, мм.

Техника выполнения сварки нижних, горизонтальных, вертикальных швов, однослойная и многослойная сварка, сварка пламенем повышенной мощности (рис 50)

В практике газовой сварки существует множество различных способов и приемов, особенно при ремонтных и монтажных работах.

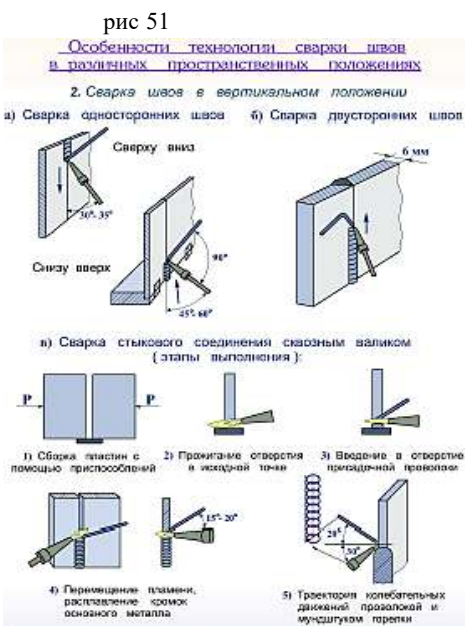
Сварка ванночками

Одним из способов, который позволяет получить высокое качество сварного шва, является сварка ванночками. Она применяется при сварке тонких листов и труб из низкоуглеродистых и низколегированных сталей облегченными швами, при сварке стыковых и угловых соединений при толщине деталей до 3 мм. Расплавив ванночку, диаметром 4-5 мм, сварщик вводит в нее конец проволоки и, расплавив небольшое количество ее, перемещает конец проволоки в восстановительную зону пламени. В это время мундштуком делают круговые движения с небольшим перемещением для образования соседней ванночки. Новая ванночка должна перекрывать предыдущую на 1/3 диаметра. Конец проволоки необходимо

держат в восстановительной зоне пламени, чтобы избежать окисления проволоки. Ядро не должно погружаться в ванночку во избежание науглероживания металла шва.

Для раскисления металла шва при сварке тройной смесью применяют проволоку Св12ГС, Св08ГС, Св08Г2С, а также проволоку Св10ГА или используют проволоку Св08, но с раскисляющим покрытием.

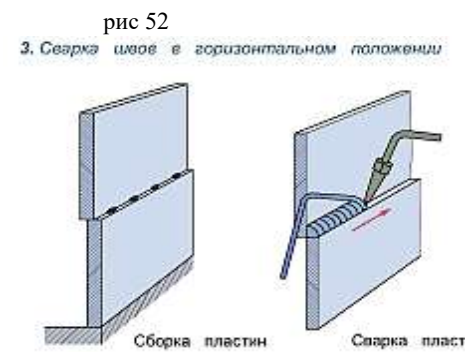
Сварка городским газом (СН₄) производится горелкой ГЗУ-2 с использованием проволоки Св12ГС. Производительность сварки такая же, как и при сварке пропан-бутаном. Этот способ применяется для сварки неответственных конструкций.



Необходимо отметить некоторые особенности формирования сварного шва при его вертикальном расположении (рис 51).

Вертикальные и наклонные швы сваривают сверху вниз только правым способом, а снизу вверх – и левым, и правым способами. Эти способы сварки применяются при толщине металла до 5 мм. Объем сварочной ванны мал и металл можно удерживать от стекания давлением газов пламени.

Сварка тонкого металла (до 3 мм) по отбортовке кромок без присадочной проволоки производится зигзагообразными движениями мундштука вверх-вниз в вертикальной плоскости.



Горизонтальные швы (рис 52), при газовой сварке, металл которых стремится стечь на нижнюю кромку, выполняют правым способом, держа конец проволоки сверху, а мундштук горелки снизу ванны. Сварочная ванна располагается под некоторым углом к оси шва, что облегчает формирование шва и удержание жидкого металла от стекания.

Термическую обработку применяют для устранения напряжений, остающихся в изделии после сварки, а также для улучшения структуры металла сварного шва. После сварки или в процессе сварки применяют такие виды термической обработки, как отжиг, нормализация, отпуск. Нагрев при отжиге изделия в предварительной печи ведут постепенно. Для низко- и среднеуглеродистых сталей температура достигает 600-680 °С. При этой температуре сталь становится пластичной и напряжения снижаются. После нагрева следует выдержка при достигнутой температуре из расчета 2,5 мин на 1 мм толщины свариваемой детали, но не менее 30 мин. Затем изделие охлаждается вместе с печью. Существуют и другие виды отжига: местный и полный отжиг. Режимы отжигов выбирают по справочной литературе. Для разных сталей применяют свои

технологические параметры отжига.

Нормализация отличается от отжига тем, что после отжига сваренную конструкцию охлаждают на спокойном воздухе. После нормализации сохраняется мелкозернистая структура металла, что позволяет обеспечить его относительно высокую прочность и твердость, но без напряженного состояния.

Стали с высоким содержанием углерода в процессе сварки закаляются, возрастает их твердость и хрупкость.

Такие изделия из углеродистых сталей подвергают нормализации с последующим отпуском. В этом случае нагревание производят до 400-700 °С и после этого сваренные детали медленно охлаждают.

При газовой сварке сталей термическая обработка служит средством повышения пластичности металла шва. В некоторых случаях, участки шва нагревают до светло-красного цвета каления и в этом состоянии проковывают. Зерна металла измельчаются, пластичность и вязкость повышаются. Во избежание появления наклепа (новое напряженное состояние) проковку следует прекратить при остывании металла до темно-красного цвета. После проковки необходимо провести повторную нормализацию.

Способы ремонта сварных конструкций.

При ремонтных работах часто приходится заваривать трещины, возникающие в сварных швах и в основном металле. При заварке трещин необходимо предварительно засверлить концы трещины, чтобы при нагреве трещина не распространялась дальше.

В деталях из низкоуглеродистой стали концы трещин можно не засверливать. При толщине металла свыше 3 мм трещину разделяют с одной или двух сторон в зависимости от толщины завариваемого изделия. Трещина заваривается от середины к краям. Если протяженность трещины более 500 мм, то сварку ведут участками обратноступенчатым методом. Кромки трещины перед сваркой должны быть зачищены до металлического блеска. Небольшие трещины заваривают в одном направлении.

При ремонте закрытых сосудов из-под горючих веществ необходима тщательная очистка тары от остатков горючих продуктов, так как остатки их могут образовывать взрывоопасные соединения с воздухом.

Контрольные вопросы.

1. Сколько видов сварочного пламени существует?
2. С помощью чего регулируются параметры сварочного пламени?
3. Какие особенности сварки различных металлов?
4. Какие способы передвижения горелки по шву применяются?
5. Какие особенности сварки в стыковом, угловом и тавровом положениях?
6. Какие особенности при сварке швов в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях?
7. Для чего применяется термическая обработка?
8. Какие способы ремонта сварных конструкций применяют?

2.5.2 Наплавка валиков на стальные пластины толщиной 5-8мм без присадочного материала и с присадочной проволокой по прямой, квадрату, кривой, правым и левым способом

Инструкционная карта по выполнению упражнений

Наплавка валика на пластину может выполняться Левым и Правым способом.

Левый способ

Положите на рабочий стол пластину из низкоуглеродистой стали Ст3 размером 300x125x4 мм.

Выбор присадочной проволоки

Сталь	Присадочная проволока
Ст0; Ст1; Ст3; 10; 20	Св-08; Св-08А; Св-10ГА; Св-08ГС; Св-08Г2С

Возьмите присадочную проволоку диаметром 3 мм марки Св-08.

Подготовьте проволоку к работе.

Установите на горелку наконечник №4.



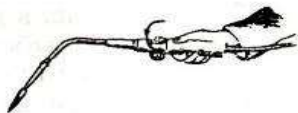
Откройте на горелке вентиль кислорода на четверть оборота.
Откройте вентиль для горючего газа на четверть оборота.



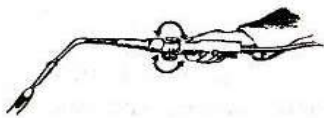
Тут же подожгите горючую смесь.



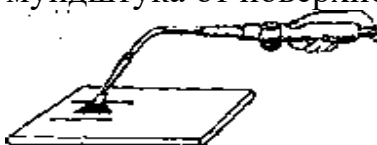
Откройте кислородный вентиль еще на четверть оборота.



Отрегулируйте пламя сначала ацетиленовым и дополнительно кислородным вентилями, так чтобы ядро было правильной округлой формы с резко очерченными краями длиной приблизительно 12 мм.



Отрегулировать пламя будет удобнее в непосредственной близости мундштука от поверхности пластины.



Направьте пламя на пластину, так чтобы поверхности касался факел пламени. Несколькими проходами горелки отожгите поверхность пластины

для удаления грязи, масел и прочего.

Положите горелку на стойку, не гася пламени.

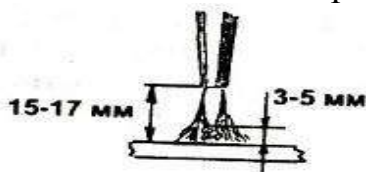


Зачистите поверхность пластины металлической щеткой от окалины.



Возьмите горелку в правую руку, а проволоку в левую.

Поднесите горелку к пластине, так чтобы торец сопла находился на расстоянии 15-17 мм от поверхности пластины. Средняя зона пламени должна соприкасаться с поверхностью металла, ядро пламени при этом должно находиться на расстоянии 3-5 мм от поверхности пластины.



Наклоните горелку под угол 80-90° к поверхности пластины.



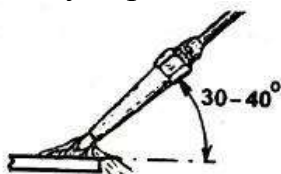
Подогрейте пластину, медленно перемещая горелку вдоль пластины и совершая при этом незначительные поперечные колебания. Прodelайте это несколько раз.

Остановите горелку у правого края пластины, держа ее под тем же углом. В момент, когда поверхность металла начнет расплавляться, уменьшите угол наклона до 30 - 40°.

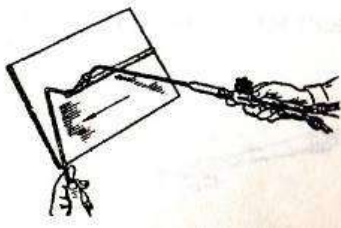


Заметьте, чем толще деталь, тем больше угол наклона горелки, вы устанавливаете, чтобы ее прогреть.

Введите присадочную проволоку в среднюю зону пламени, держа ее под углом 30-40° к поверхности металла в сторону противоположную наклону горелки.

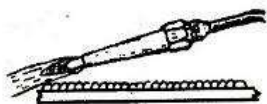


Перемещайте медленно горелку справа налево, вслед за присадочной проволокой, направляя пламя на проволоку.

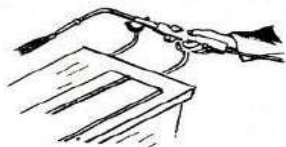


Старайтесь не касаться ядром пламени поверхности металла и присадочного прутка во избежание науглероживания металла валика, а также для предупреждения возникновения хлопков и обратных ударов пламени. Подавайте присадочную проволоку, по мере ее плавления, в зону нагрева. Старайтесь не выводить конец сварочной проволоки за пределы средней зоны пламени, избегая ее окисления. Помните, что окисленный конец присадочной проволоки - источник неметаллических включений в наплавленном металле.

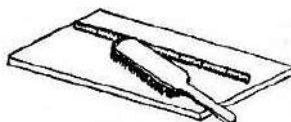
У левого края пластины наклоните горелку, чтобы пламя расположилось почти параллельно пластине, затем мягко отведите проволоку и пламя. Такая техника позволит предупредить появление кратера в конце наплавки.



Положите горелку на стойку, не гася пламя.

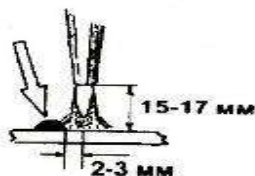


Зачистите валик металлической щеткой и осмотрите, оценивая качество наплавки.

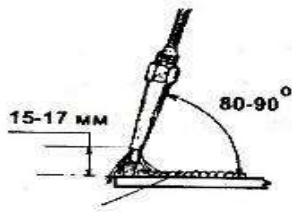


Правый способ

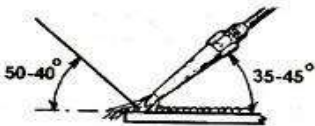
Возьмите зажженную горелку в правую руку, а присадку - в левую. Поднесите горелку к левой стороне пластины, отступив от предыдущей наплавки 2-3 мм. Установите сопло горелки на расстоянии 15-17 мм от поверхности металла.



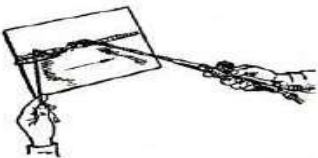
Наклоните горелку под углом 80-90° к поверхности металла в направлении предполагаемого движения горелки.



Когда металл начнет плавиться, уменьшите угол до $35-45^\circ$, и одновременно введите конец присадочной проволоки в среднюю зону пламени под углом $40-50^\circ$ к горизонтали в сторону, противоположную пламени.



При правой сварке угол наклона мундштука также увеличивается с увеличением толщины металла. Перемещайте горелку и проволоку слева направо, подавая проволоку в зону пламени по мере ее плавления.



У правого края пластины, при окончании наплавки, наклоните пламя почти параллельно пластине и отведите проволоку и горелку.



Погасите пламя, закрыв сначала вентиль горючего, затем вентиль кислорода. Положите горелку на стойку.

Зачистите наплавку металлической щеткой и осмотрите качество.

Наплавленные валики



Наплавка должна иметь мелкочешуйчатую, ровную поверхность без значительных западений между валиками.

Контрольные вопросы.

1. Сколько способов наплавки валиков при газовой сварке?
2. Какая технологическая последовательность запуска горелки в работу?
3. Как подготовить металл к сварке с помощью газовой горелки?
4. Какая последовательность технологических операций при наплавке валиков левым способом?
5. Какая последовательность технологических операций при наплавке валиков правым способом?

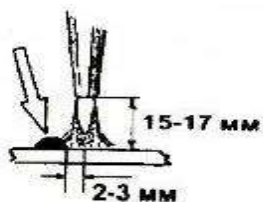
2.5.3 Прихватка и сварка пластин толщиной 2, 3 и 4 миллиметра встык без скоса кромок плоским и выпуклым швами

Инструкционная карта по выполнению упражнений

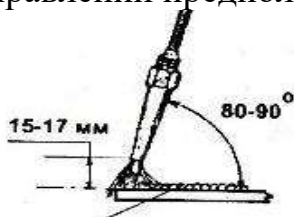
Перед сваркой детали соединяют друг с другом сваркой в отдельных местах короткими швами, с тем чтобы в процессе сварки зазор между ними оставался бы постоянным. Эти соединения называют прихватками. Размеры прихваток и расстояние между ними выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и длины шва.

Правый способ

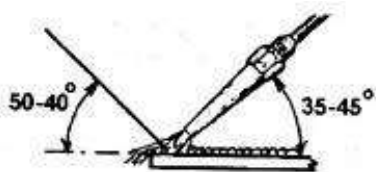
Возьмите зажженную горелку в правую руку, а присадку - в левую. Поднесите горелку к левой стороне пластины, отступив от предыдущей наплавки 2-3 мм. Установите сопло горелки на расстоянии 15-17 мм от поверхности металла.



Наклоните горелку под углом 80-90° к поверхности металла в направлении предполагаемого движения горелки.

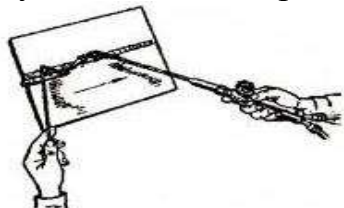


Когда металл начнет плавиться, уменьшите угол до 35-45°, и одновременно введите конец присадочной проволоки в среднюю зону пламени под углом 40-50° к горизонтали в сторону, противоположную пламени.

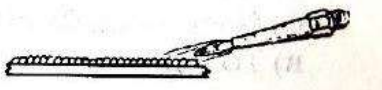


При правой сварке угол наклона мундштука также увеличивается с увеличением толщины металла.

Перемещайте горелку и проволоку слева направо, подавая проволоку в зону пламени по мере ее плавления.



У правого края пластины, при окончании наплавки, наклоните пламя почти параллельно пластине и отведите проволоку и горелку.



Погасите пламя, закрыв сначала вентиль горючего, затем вентиль кислорода. Положите горелку на стойку.

Зачистите наплавку металлической щеткой и осмотрите качество.

Наплавленные
валики



Наплавка должна иметь мелкочешуйчатую, ровную поверхность без значительных западений между валиками.

При сварке металла короткими швами длина прихваток не должна превышать 5 мм, а расстояние между ними - 50 – 100 мм. При сварке тонколистовой стали и швов значительной длины длина прихваток может составлять 20 – 30 мм при расстоянии между ними 300 – 500 мм. Прихватки выполняют на тех же режимах, что и сварку. Во время сварки особое внимание необходимо обращать на тщательное приваривание участка во избежание не провара в этих местах.

Стыковые швы можно выполнить и без прихваток, в этом случае для сохранения постоянного зазора в процессе сварки листы укладывают так, чтобы они образовали между собой небольшой угол. По мере сварки листы стягиваются за счет поперечной усадки шва и таким образом величина зазора остается постоянной по всей длине шва.

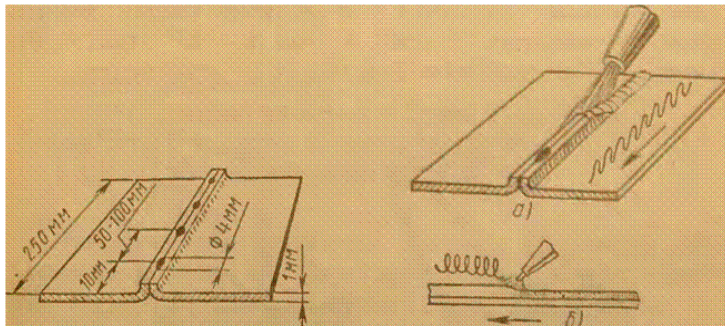
От правильной и тщательной подготовки и сборки деталей под сварку во многом зависит качество, внешний вид сварочного соединения, его надежность и прочность. При сварке длинных швов применяют ступенчатую и обратноступенчатую сварку. При данных способах сварки весь шов разбирают на участки, которые сваривают в определенном порядке. При наложении каждого последующего участка предыдущий участок перекрывают на 10 – 20 мм в зависимости от толщины свариваемого металла. В зависимости от положения в пространстве сварные швы подразделяют на нижние, горизонтальные, вертикальные и потолочные.

Контрольные вопросы.

1. Как выполняются прихватки при сварке короткими швами?
2. Как выполняются прихватки при сварке длинными швами?
3. Какая последовательность технологических операций при сварке пластин правым способом?
4. Какие способы сварки применяют при сварке длинных швов?

2.5.4 Прихватка и сварка пластин толщиной до 1мм с отбортовкой кромок без присадочного материала

Инструкционная карта по выполнению упражнений



Подготовить пластины к сварке. В дальнейшем этот пункт считать обязательным при сварке всех соединений.

Нагреть отбортованные кромки и прилегающие к ним участки металла на ширине 5—10 мм пламенем

сварочной горелки.

Очистить нагретую поверхность от окалины и ржавчины стальной щеткой до металлического блеска.

Соединить друг с другом пластины сваркой в отдельных точках, с тем чтобы обеспечить отсутствие зазора и неизменное положение пластин относительно друг друга во время сварки.

Сварить пластины левым способом сварки и без присадочного металла, расплавляя отбортованные кромки тепловой энергией газового пламени и совершая колебания мундштуком горелки.

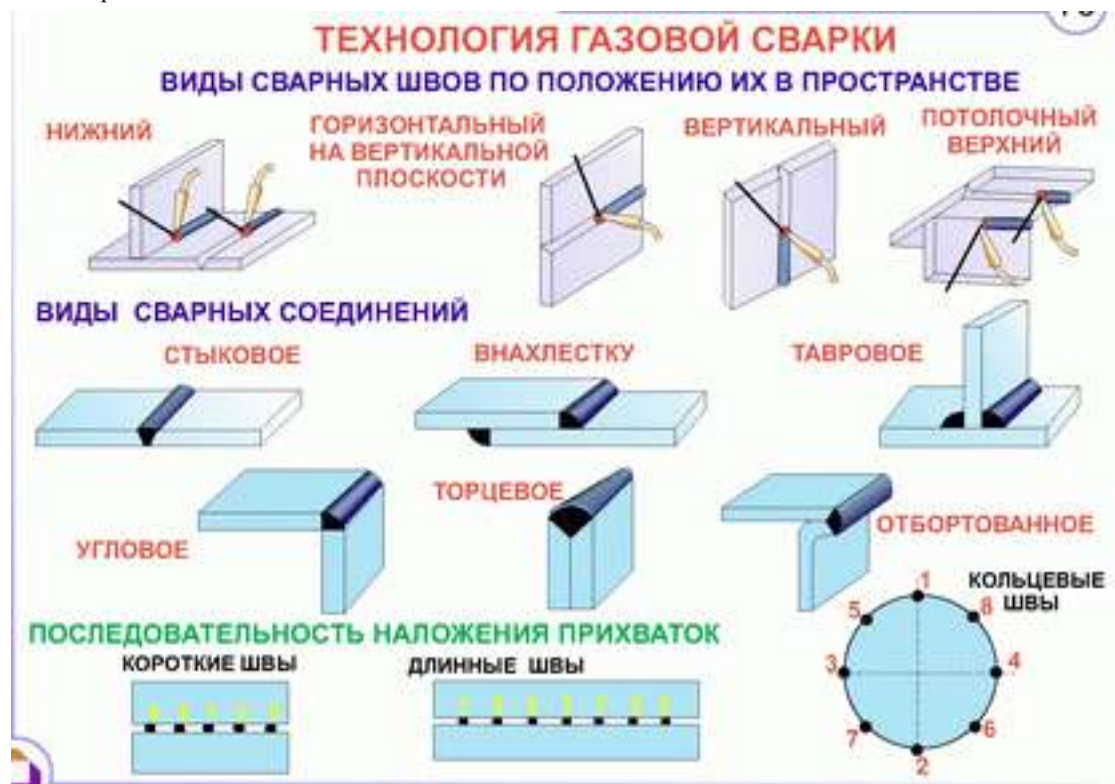
При вынужденных перерывах в работе закристаллизовавшийся металл в кратере переплавить при возобновлении процесса сварки.

Контрольные вопросы.

1. Как подготовить метал к сварке с помощью газовой горелки?
2. Как выполняются прихватки при сварке тонколистового металла?
3. Какая последовательность технологических операций при сварке тонких листов с от бортовкой кромок?

2.5.5 Сварка пластин в тавр, под углом 90 градусов, толщиной 4-5мм без скоса кромок сплошным односторонним, сплошным двусторонним и прерывистым швами

Тавровое соединение – это сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента (рис 53).



Наилучшие результаты при сварке тавровых и угловых швов обеспечиваются при установке плоскостей соединяемых элементов в положение «в лодочку», т.е. под углом 45° к горизонтали. При этом достигается хорошее проплавление угла и стенок элементов без опасности подреза или не провара, а так же создается возможность наплавлять за один проход швы большого сечения. Но не всегда можно установить соединяемые элементы в положение «в лодочку». Сварка таких швов сопровождается дополнительными сложностями, так как возможны не провары вершины угла соединения или горизонтальной стенки, а так же подрезы стенки вертикального элемента.

Горизонтальные швы выполняют справа налево «от себя» и «на себя». Сварочное пламя направляют точно в угол. Присадочную проволоку подают впереди горелки, колебательных движений горелкой и проволокой не совершают.

При сварке вертикальных швов сварочное пламя направляют точно в угол под наклоном к вертикальной плоскости. Присадочную проволоку подают сверху.

Сварку потолочных швов ведут «на себя». Горелку держат почти вертикально. Присадочную проволоку располагают впереди горелки.

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение тавровому соединению?
2. В каких пространственных положениях достигаются наилучшие результаты сварки угловых и тавровых соединений?
3. Какими сложностями сопровождается сварка таких швов?

4. Какие особенности при сварке горизонтальных, вертикальных и потолочных швов?

2.5.6 Сварка пластин толщиной 5-10мм встык с односторонним скосом двух кромок

Инструкционная карта по выполнению упражнений

Многослойная сварка пластин встык с V-образной разделкой кромок

1. Выбрать две пластины размером 250X150X10 мм с односторонним скосом кромок.

2. Зачистить кромки до металлического блеска.

3. Вычислить по формулам необходимую мощность пламени для правого способа сварки и выбрать соответствующий номер наконечника горелки.

4. Собрать горелку.

5. Вычислить по формуле диаметр присадочной проволоки.

6. Зажечь пламя горелки, отрегулировать пламя до нормального.

7. Собрать пластины встык с зазором и поставить прихватки. Прихватки выполнить тщательно, на тех же режимах, какие будут применены при последующей сварке.

8. Заварить корень шва правым способом в нижнем положении, выполняя прямолинейные движения мундштуком и проволокой. При сварке следить за равномерным расплавлением обеих кромок и присадочной проволоки.

9. Зачистить валик от шлака, окалины и брызг металла.

10. Заполнить разделку кромок, накладывая последующий валик на очищенный предыдущий. Валики должны быть плоскими и на 1—2 мм ниже верхних кромок свариваемых пластин.

11. Нанести последний завершающий (декоративный) валик, совершая колебательные движения пламенем и концом проволоки. Ширина шва не должна превышать 2—3 мм ширины разделки кромок. Высота выпуклости должна быть 2—3 мм. Переход металла шва к основному должен быть плавным.

Контрольные вопросы.

1. Какой порядок подготовки металла к сварке?
2. Какая последовательность подготовки горелки к работе?
3. Как подобрать режим сварки?
4. Как произвести сборку и прихватку деталей?
5. Какая технологическая последовательность выполнения односторонних многослойных швов?

2.5.7 Сварка пластин толщиной 12мм встык с двухсторонним симметричным скосом двух кромок.

Инструкционная карта по выполнению упражнений

Многослойная сварка пластин встык с X-образной разделкой кромок

1. Взять две пластины из низкоуглеродистой стали размером 250X150X16 мм с двусторонним скосом кромок. Зачистить кромки стальной щеткой. Собрать стыковое соединение
2. Рассчитать номер наконечника и диаметр присадочной проволоки для правого способа сварки.
3. Зажечь пламя горелки, отрегулировать пламя До нормального. Поставить прихватки.
4. Нанести первый слой.
5. Очистить валик от шлака. Наложить валик. В результате усадки первого и второго швов возникла некоторая деформация пластин. Если положить третий валик на второй, то деформация увеличится и ее уже невозможно будет компенсировать последующими валиками, которые будут выполнены с обратной стороны шва.
6. Перевернуть пластину. Зачистить кромки разделки и валик.
7. Заварить разделку третьим и четвертым швами.
8. Перевернуть пластину и выполнить наплавку 5-го слоя.
9. Перевернуть пластину. Зачистить кромки и шов. Выполнить наплавку 6-го слоя.
10. Перевернуть пластину, нанести декоративные валики.
В результате выполнения сварки X-образного стыкового соединения должен получиться шов без наружных и внутренних дефектов.

Контрольные вопросы.

1. Какой порядок подготовки металла к сварке?
2. Какая последовательность подготовки горелки к работе?
3. Как подобрать режим сварки?
4. Как произвести сборку и прихватку деталей?
5. Какая технологическая последовательность выполнения двухсторонних многослойных швов?

2.5.8 Наплавка на вертикальную пластину вертикального валика движением горелки снизу вверх

Инструкционная карта по выполнению упражнений

Наплавка валиков в вертикальном положении

1. Расположить пластину в вертикальном положении.
2. Рассчитать мощность пламени в зависимости от толщины пластины. Выбрать диаметр проволоки в зависимости от предполагаемого способа наплавки.
3. Выполнить наплавку валика снизу вверх левым способом. Пламя направлять на жидкий металл так, чтобы его давлением способствовать удержанию металла в ванне (предотвратить стекание жидкого металла вниз). Горелку расположить под углом 45—60° к оси шва, угол между присадочной проволокой и горелкой выдерживать в пределах 90°. Конец присадочной проволоки держать в ванне расплавленного металла и им поддерживать металл от вытекания.

4. Выполнить наплавку валика сверху вниз правым способом на той же пластине (иметь в виду, что этот способ применяют для сварки тонкого металла). При наплавке стремиться получить минимальный объем расплавленного металла сварочной ванны (ширина шва 3—4 мм). Давление пламени и конец проволоки использовать для удержания металла от вытекания из ванны. Угол наклона горелки $\alpha = 30 - 35^\circ$.
5. Упражнение по наплавке повторять до получения устойчивых навыков в получении качественных швов (без натеков, равной ширины, с равномерно повторяющимися чешуйками и с одинаковой выпуклостью).

Контрольные вопросы.

1. Как произвести подготовку металла к сварке?
2. Как подобрать режим сварки?
3. Какая технологическая последовательность наложения вертикального валика на пластину снизу вверх левым способом?
4. Какая технологическая последовательность наложения вертикального валика на пластину сверху вниз правым способом?

2.5.9 Наплавка горизонтального валика

Инструкционная карта по выполнению упражнений

1. Наплавка валиков в горизонтальном положении
Установить образец вертикально.
2. Выполнить наплавку валика горизонтальным швом правым способом. Ванну расплавленного металла держать под некоторым углом по отношению к оси детали. Добиться отсутствия подрезов на вертикальной стенке верхней части детали и натеков металла на нижнюю часть детали.
3. Выполнить горизонтальный шов (наплавку) на сплошной пластине.
4. Взять пластину размером 250 X 200 X (4— 6) мм, установить ее вертикально на ребро длинной стороны.
5. Наплавить валик на вертикальной плоскости по линии горизонта левым способом.
6. Мундштук горелки расположить так, чтобы газовое пламя было направлено на ванну и своим давлением удерживало металл от вытекания из нее. Ось ванны расположить под углом к оси наплавляемого валика.

Контрольные вопросы.

1. Как произвести подготовку металла к сварке?
2. Как подобрать режим сварки?
3. Какая технологическая последовательность наложения горизонтального валика на пластину левым способом?
4. Какая технологическая последовательность наложения горизонтального валика на пластину правым способом?

2.5.10 Определение и устранение дефектов при сварке

Лабораторно-практическое занятие

Виды дефектов

Существуют наружные и внутренние дефекты сварных соединений. Исходя из названий, несложно понять, что наружные дефекты располагаются на поверхности шва и их можно легко обнаружить невооруженным глазом. А внутренние дефекты не видны, поскольку располагаются внутри соединений и их можно обнаружить только с помощью специальных приборов.



Наружные дефекты

Не провары

Не провары появляются из-за того, что сварщик установил слишком маленькое значение силы сварочного пламени. Проще говоря, силы сварочного пламени не хватило для полноценной проварки металла. Иногда не провары образуются из-за большой скорости сварки или из-за неправильной разделки кромок.

Чтобы предотвратить появление не проваров нужно устанавливать оптимальную силу пламени.



Подрезы

Подрез — наиболее часто встречающийся дефект при сварке тавровых соединений и соединений внахлест. Реже встречается при сварке стыкового шва. Зачастую подрез образовывается в том случае, когда неправильно отрегулировано сварочное пламя или вы варите слишком быстро.

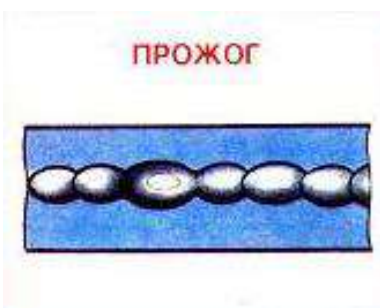
Устранение дефектов сварки такого вида требует уменьшения силы сварочного пламени и равномерной скорости сварки.



Наплывы

Главная причина напыва — неправильно настроенный режим сварки. Чтобы предотвратить образование напывов нужно тщательно очистить кромки и правильно настроить сварочное пламя, скорость подачи присадочного материала.

Прожоги



Прожог — это, по сути, просто образование сквозного отверстия в сварном соединении. Прожоги — частая ошибка начинающих сварщиков, поскольку такой дефект возникает либо при медленной скорости сварки, когда в одном месте концентрируется слишком большое количество тепла, либо когда установлено большое значение сварочного пламени. Такой дефект существенно снижает прочностные характеристики сварного

соединения, так что не допускайте его появления.

Чтобы избежать появления прожогов нужно понизить силу сварочного пламени, варить немного быстрее и правильно разделять кромки. Особенно, если нужно сварить алюминий, у которого маленькая температура плавления и при этом высокая теплопроводность.



Кратеры

Кратеры образуются на конце сварного соединения в том случае, если вы резко оборвете сварку. Типичный кратер — это небольшая неглубокая воронка, которая тем не менее существенно влияет на качество шва. Чтобы избежать образования кратера не обрывайте резко сварку и используйте плавное заполнение сварочной ванны при окончании сварки.

Внутренние дефекты



Трещины (горячие и холодные)

Горячие трещины образуются при использовании неправильного присадочного материала. Например, присадочная проволока может быть изготовлена из алюминия и содержать в своем составе мало углерода, а свариваемый металл — это высокоуглеродистая нержавеющая сталь. Как вы понимаете, налицо полная несовместимость свариваемого материала и присадочной проволоки.

Также горячие трещины могут появиться, если вы неправильно заварите образовавшийся кратер. Здесь самое главное — не прекращать сварку резко, иначе образование трещины гарантировано.

Есть еще холодные трещины. Они образуются уже после сварки, когда соединение остыло и затвердело. Также холодные трещины образуются, когда шов банально не выдерживает механической нагрузки. Мы отнесли трещины к внутренним дефектам, но на самом деле они могут образовываться и на поверхности металла.



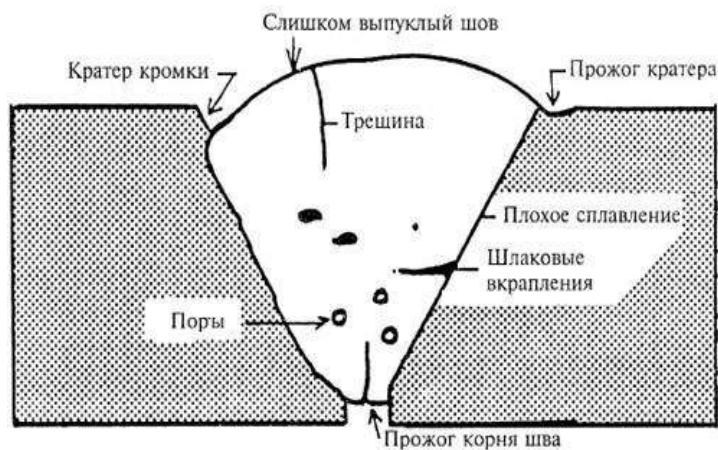
Поры

Поры — это, пожалуй, самый распространенный дефект. Любой сварщик хотя бы раз в жизни сталкивался с пористостью шва. Основные причины образования пор — недостаточная защита сварочной зоны от кислорода, неправильная или недостаточная очистка металла перед сваркой, присутствие следов коррозии или загрязнений на поверхности металла. Мы отнесли поры к внутренним дефектам, но они могут быть и наружными.

Чтобы избежать образования пор нужно проверить исправность горелки, из которой поступает защитный газ, а также избегать сквозняков в цеху и не работать на улице, если дует сильный ветер.

Способы исправления дефектов (рис 54)

рис 54



Исправления трещин. Если трещины крупные, то их нужно заварить. А чтобы во время сварки трещина не увеличилась в размерах нужно сделать сквозные отверстия на расстоянии пол сантиметра от концов трещины. Далее трещину нужно разделить V или X-образно. Разделка проводится с помощью УШМ

или газового резака. Можно также использовать воздушно-дуговой резак. Далее разделанную трещину нужно зачистить и заварить.

В некоторых случаях концы трещины можно прогреть газовой горелкой перед заваркой. Так шов и нагретые участки будут иметь примерно одинаковую температуру и на концах бывшей трещины не будет остаточного напряжения. Все эти рекомендации подходят только для сварки наружных трещин.

Если у шва есть внутренние небольшие трещины, не провары или шлаковые включения, пережженные места, то эти участки нужно просто вырубить или выплавить и после заново заварить. Чтобы убрать наплавы или натеки нужно их удалить абразивом.

Иногда во время исправления дефектов сварщик по неопытности может деформировать металл. Для решения этой проблемы существуют механические и термические методы устранения дефектов сварных швов. Для механической правки используют домкрат, пресс, молоты и прочие подобные инструменты. Механическая правка используется редко, поскольку она очень трудоемкая и часто приводит к образованию новых дефектов, вроде трещин и сколов.

А вот термический метод правки используется куда чаще. Технология крайне проста: деформируемую часть металла нагревают с помощью газовых горелок до той температуры, пока металл не станет пластичным. Затем металлу дают остыть. В ходе остывания в нагретых участках возникает обратное напряжение, которое выпрямляет металл.

Также есть ряд очевидных способов предотвратить образование дефектов еще перед сваркой. Чтобы дефекты не образовывались нужно четко соблюдать технологию сварки, иметь достаточную квалификацию для выполнения тех или иных работ, выбирать качественные комплектующие, учитывать физико-химические свойства свариваемого металла и правильно настраивать режим сварки. Если вы выполните эти пункты, то вероятность образования дефектов сводится к нулю.

Контрольные вопросы.

1. Какие виды дефектов бывают?
2. Какие дефекты относятся к наружным?
3. Какие дефекты относятся к внутренним?
4. Какие существуют способы исправления дефектов?
5. Какие способы предотвращения дефектов?

2.5.11 Заварка отверстий и постановка заплат

Инструкционная карта по выполнению упражнений

Заварка отверстий небольшого диаметра

1. Расположить в удобном для сварки положении пластину толщиной 10 мм с отверстием диаметром 25—30 мм. Пластину положить на медную плиту.
2. Заварить отверстие левым способом газовой сварки.
3. Начать сварку в любой точке на образующей отверстия. Расплавляя кромки и присадочный металл, наплавить круговой валик, а затем, перекрывая первый валик, наложить второй круговой валик, двигаясь по спирали к центру отверстия. Заплавить все его сечение.
4. Зачистить кромки и поверхность первого слоя от окалины, шлака и брызг с помощью зубила, молотка и стальной щетки.
5. Аналогичным образом нанести второй слой (если понадобится, и третий). Начало второго шва сместить относительно начала первого на величину не менее 20 мм.
6. Заварить отверстие диаметром 25—30 мм (толщина пластины 10 мм) Вторым способом (без медной подкладки).
1. Начать сварку первого слоя в любом месте на образующей окружности вблизи от нижней кромки отверстия. Сварку вести левым способом, нанося валик на стенки, двигаясь по спирали к верхней кромке отверстия.
2. Поверхность первого слоя очистить от шлака, окалины и брызг с помощью круглого напильника, зубила и молотка.
3. Нанести второй слой аналогично первому.
4. Очистить поверхность второго слоя.
5. Заварить центральное оставшееся отверстие путем последовательного наложения слоев друг на друга, перемещая пламя и присадочную проволоку снизу вверх по мере заполнения отверстия присадочным металлом.
6. Перевернуть пластину, очистить поверхность наплавленного металла, и при необходимости нанести декоративный слой.

Постановка заплат

1. Взять пластины с предварительно вырезанными прямоугольными, круглыми или овальными отверстиями.
2. Измерить отверстия.
3. Разметить на сплошной пластине форму заплат.

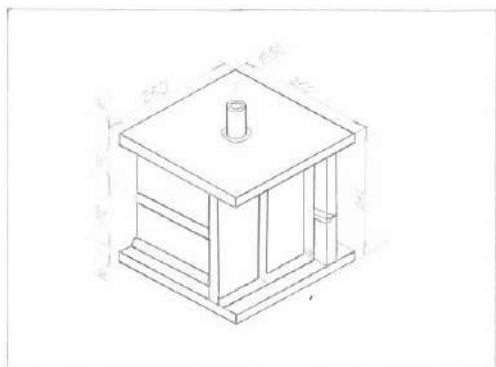
4. Вырубить заплаты с помощью зубила (допускается вырезка газопламенным резаком).
5. Зачистить кромки отверстий и пластин для заплат.
6. Подогнать заплаты под отверстия. Использовать для этого напильник, наждачный круг и т. д.
7. Закруглить углы отверстий и углы заплат с целью исключения образования в этих местах трещин при сварке.
8. Придать заплате слегка выпуклую форму. Это необходимо делать с целью предупреждения появления в швах трещин от внутренних напряжений.
9. Поставить заплаты в отверстия и прихватить.
10. Заварить подготовленные образцы обратноступенчатым способом, исключая или снижающим до минимума деформации образцов.

Контрольные вопросы.

1. Какой технологический процесс заварки отверстий круговыми валиками с медной подкладкой?
2. Какой технологический процесс заварки отверстий спиральными валиками без подкладки?
3. Какой порядок технологических операций при постановке заплат?
4. Какие меры необходимо предусмотреть для исключения деформации образцов?

2.5.12 Сварка деталей в полном объёме, технологической точности в соответствии с инструкционно-технологическими картами

Инструкционная карта по выполнению упражнений Резервуар высокого давления



Описание: Полностью закрытая структура в виде коробочки из пластин/труб. Разделку кромок, на стыковых соединениях, студент производит самостоятельно, угол раскрытия кромок должен составлять 30°. Конструкция собирается со смещением стенок на 20мм во внутрь. Стыковые соединения на стенках конструкции чередуются вертикальным и горизонтальным пространственным

положением. При сборке и сварке конструкции должны быть задействованы два способа сварки (ацетилено-кислородная сварка и механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях) и все сварные позиции так, как указано в чертеже. Обварка конструкции производится, две стороны – ацетилено-кислородной сваркой и две стороны – механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях, по восемь стыков на каждый вид сварки.

Контрольные вопросы.

1. Какая последовательность подготовки металла к сварке?
2. Как произвести сборку металлоконструкции?
3. Как произвести контроль качества сборки металлоконструкции?
4. Какая технологическая последовательность сварки конструкции?
5. Какие действия необходимо произвести после выполнения всех сварных швов?

2.5.13 Визуальный контроль качества подготовленного к сборке и сварке металла

Перед сборкой заготовок проверяют чистоту поверхности металла, который должен быть тщательно очищен от грязи, ржавчины, окалины, масел и инородных включений. Проверяют габариты заготовок, качество разделки кромок и углы их скоса, а при сварке алюминия и его сплавов — качество очистки поверхности от пленки окиси.

Разделка кромок под сварку и зазоры между свариваемыми деталями определены техническими условиями на данную свариваемую конструкцию. Как известно, от качества подготовки кромок под сварку и величины зазоров между свариваемыми деталями в значительной степени зависит качество сварного соединения и производительность сварочных работ. Например, уменьшение угла скоса кромок приводит к не провару корня шва, а увеличение его повышает количество наплавленного металла и его усадку и соответственно увеличивает деформации.

Узлы и детали конструкций собирают под сварку в сборочных приспособлениях или на выверенных стеллажах. Основными контролируемыми размерами при сборке являются:

- для стыковых швов — зазор между кромками, притупление и угол раскрытия шва;
- для нахлесточных соединений — ширина нахлестки и зазор между листами;
- для тавровых соединений — угол и зазор между свариваемыми деталями, притупление и угол скоса кромок;
- для угловых соединений — зазор между свариваемыми деталями и угол между ними.

Контрольные вопросы.

1. Какая последовательность подготовки металла к сварке?
2. Какие способы подготовки кромок под сварку?
3. Какой порядок сборки металлоконструкций?
4. Какие основные размеры контролируются при сборке?

2.5.14 Правила безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды

Требования безопасности во время работы с газосварочным оборудованием

1. Производить газопламенные работы (сварку, нагрев изделий) разрешается на расстоянии не менее 10 м от переносных газогенераторов, баллонов, иловых ям и источников открытого огня; 1,5 м – от проводов; 3 м - от газоразборных постов при ручных работах и 1,5 м - при машинных. В случаях направления пламени и искр в сторону источников газа с их стороны у рабочего места должны быть установлены экраны (металлические ширмы).
2. При перерывах в работе пламя горелки должно быть потушено, а вентили на горелке должны быть плотно закрыты.
При длительных перерывах в работе (в том числе обеденном перерыве) кроме вентиля на горелках должны быть закрыты вентили на кислородном и ацетиленовом баллонах, а нажимные винты редукторов вывернуты до освобождения пружины.
3. При зажигании ручной горелки необходимо сначала немного приоткрыть вентиль кислорода затем открыть вентиль ацетилена и после кратковременной продувки шланга зажечь горючую а при тушении, наоборот, первым перекрывают ацетилен, а потом кислород.
4. При перегреве горелки (резака) следует приостановить работу, а горелку (резак) потушить и охладить до полного остывания. Для охлаждения горелки необходимо иметь сосуд с чистой водой.
5. Расходовать ацетилен из генераторов до полного снижения и потухания пламени горелки запрещается во избежание подсоса воздуха и возникновения обратного удара.
6. При обратном ударе пламени горелка должна быть немедленно погашена. Сначала закрывают вентиль подачи кислорода и вентиль на водяном затворе. Прежде чем зажечь вновь пламя обратного удара, надо проверить состояние водяного затвора и шлангов. Затвор должен быть разобран и осмотрен с проверкой обратного клапана, а в безмембранном затворе проверяется исправность отражателя. После каждого обратного удара шланги должны быть заменены.
7. Перед сваркой емкостей они должны быть очищены, промыты, пропарены и просушены. Проверка их должна подтвердить отсутствие опасной концентрации веществ. Сварка этих емкостей должна производиться при открытых кранах, люках или крышках.

Контрольные вопросы:

1. Какой порядок зажигания ацетиленовой горелки?
2. Какие действия предпринимаются при перегреве горелки?
3. Какие действия предусмотрены при обратном ударе?
4. Какие мероприятия проводят перед сваркой емкостей?
5. Какие предусмотрены правила безопасности ведения газосварочных работ?

2.6 Сварка поворотных стыков труб

2.6.1. Технология сварки поворотных стыков труб многослойными швами;

Прокладка трубопроводов диаметром до 100 мм редко обходится без сварки. При газовой сварке трубы сваривают стыковыми соединениями с выпуклым швом. Величина выпуклости шва зависит от толщины стенки и обычно находится в пределах 3 - 5 мм. Трубы с толщиной стенок до 3 мм сваривают без скоса кромок, выдерживая стык с зазором, равным половине толщины стенки трубы. При сварке труб с более толстыми стенками кромки разделявают, выполняя скос под углом 35 - 45°. Острые кромки притупляют, чтобы при сварке они не оплавились. При сварке труб следует следить за тем, чтобы расплавленный металл не протекал во внутреннюю полость, снижая сечение трубопровода.

Сварку трубопроводов лучше всего вести поворотным методом, выдерживая нижнее положение шва. Порядок сварки поворотных стыков показан на рис.55. Однако при монтажных работах часто это соблюсти невозможно, поэтому прибегают к потолочным и вертикальным швам.

Сварку начинают с одной из точек и выполняют четырьмя участками, разделяющими периметр трубы на четыре равные части. Сварку ведут в последовательности, показанной на рис.56.

В труднодоступных местах, где нет возможности приблизить горелку к сварочному шву, выполняют сварку с козырьком (рис.57). Для этого в трубе вырезают козырек, сваривают труднодоступные места с внутренней стороны трубы, прикладывают козырек на место и заваривают остальные швы.

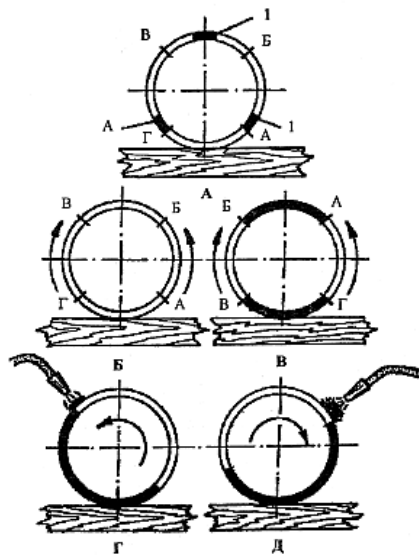


Рис. 55 Сварка поворотных стыков: А-размещение прихваток (1); Б-выполнение первого слоя сварки на участках А-Б, Г-В; В-поворот стыка и сварка на участках Г-А; В-Б; Г-второй слой сварочного шва; Д-третий слой сварочного шва;

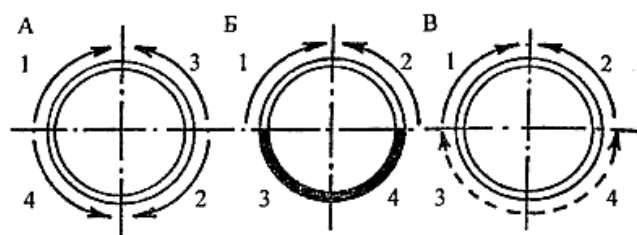


Рис. 56 Сварка труб большого диаметра: А-до 300 мм; Б-до 600 мм; В-сварка без поворота трубы

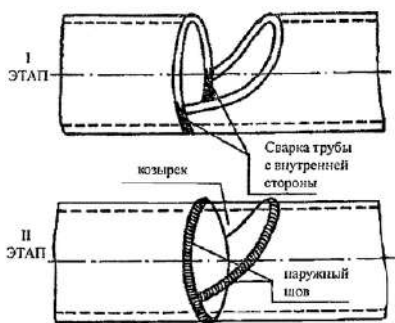


Рис. 57 Сварка козырьком

Контрольные вопросы.

1. Какая последовательность подготовки металла к сварке?
2. Какие способы подготовки кромок под сварку?
3. Какая технологическая последовательность многослойной сварки труб?

2.6.2 Сварка поворотных стыков труб, колена из труб под различными углами

Учебно-производственные задания. I — сборка стыков труб под сварку, II — сварка труб встык без скоса кромок и при различных положениях стыка в пространстве.

Цель заданий: научиться сваривать стыки труб, расположенных в различных пространственных положениях.

Организационные указания. Подготовить достаточное количество обрезков труб из низкоуглеродистой стали диаметром до 300 мм с толщиной стенки от 3 до 8 мм, пластины для изготовления заглушек, заготовки для различного рода цилиндрических сосудов.

Для сварки и сборки необходимо иметь (изготовить заранее) сборочные приспособления и приспособления для поворота труб во время сварки.

Сборка стыков труб под сварку

1. Подготовить торцы труб под сборку и под сварку. Проверить перпендикулярность торца трубы и ее оси при помощи угольника. Отклонение от перпендикулярности не должно быть более 0,5—1,0 мм для труб диаметром 50—100 мм.
2. Собрать в центраторе несколько образцов из отрезков труб диаметром до 100 мм и с толщиной стенок 2—3 мм.

Положить отрезок трубы на нижний угольник центратора.

Зажать трубу верхним угольником при помощи винта путем вращения рукоятки по часовой стрелке.

К торцу трубы подвести торец трубы. Установить зазор в стыке 1,5-2 мм.

Зажать трубу струбциной.

Поставить не менее трех прихваток.

Освободить собранный образец.

Проверить соосность образца при помощи металлической линейки.

Отклонение от поверхности трубы не должно превышать 1 мм на расстоянии от стыка 100 мм.

При отклонении от соосности более 1 мм образец отрихтовать.

3. Собрать два образца из отрезков труб диаметром более 200 мм и

толщиной стенки 4—6 мм.

Придать торцам труб перпендикулярность относительно осей труб.

Сделать скос кромок торцов труб для сборки образца с V-образной разделкой. Угол скоса $(30\pm 3)^\circ$, притупление кромок 1,5—2,5 мм (привлечь к этой работе учашихся токарей).

Собрать стыковое соединение в струбцинном или в эксцентриковом центраторе с зазором в стыке 2—2,5 мм.

Поставить не менее трех прихваток на равном расстоянии друг от друга.

Освободить образец из центратора. Проверить соосность образца. Положить на складочное место.

Сварка труб встык без скоса кромок и при различных положениях стыка в пространстве

Сварка стыков при горизонтальном положении оси трубы

1. Собранный стык поместить в приспособление для вращения (списанный токарный станок).
2. Заварить стык левым или правым способами. Перекрыть начало шва на 20—30 мм. Заварить кратер.

Техника сварки ничем не отличается от техники сварки пластин встык в наклонном положении под углом $45\text{—}60^\circ$. Особенность состоит в том, что ванночка расплавленного металла должна находиться на расстоянии 10—20 мм от верхней точки трубы. Это позволяет обеспечить качественное формирование шва без прожогов, подрезов и с небольшой выпуклостью.

Сварка стыков под углом, равным 30, 45, 60 и 90°

1. Собрать стыки под различными углами относительно осей соединяемых отрезков труб.
2. Заварить стыки, поворачивая образец при сварке так, чтобы место сварки было все время самым удобным.

Сварку можно выполнять как правым, так и левым способами.

Сварка горизонтальных стыков на трубах, расположенных в вертикальном положении

1. Поместить образец в приспособление с вертикальной осью вращения (вращатель).
2. Вращая образец со скоростью сварки, заварить горизонтальный стык.

При сварке следить за тем, чтобы не образовывались подрезы на верхней трубе и натеки металла на кромки нижней трубы.

Контрольные вопросы.

1. Какая последовательность сборки стыков труб под сварку?
2. Какая технологическая последовательность сварки стыков при горизонтальном положении оси трубы?
3. Какая технологическая последовательность сварки стыков под углом, равным 30, 45, 60 и 90° ?
4. Какая технологическая последовательность сварки горизонтальных стыков на трубах, расположенных в вертикальном положении

2.6.3 Сварка цилиндрических сосудов из тонколистовой стали

К сосудам относятся паровые котлы, цистерны для сжиженных газов и т. д., в которых рабочее давление превышает атмосферное на 0,7 кгс/см² (70 кПа) и выше. Сосуд обычно состоит из обечаек, сферических днищ и патрубков (рис. 58).

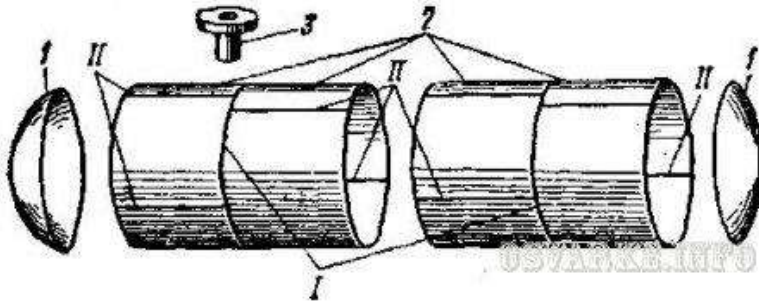


Рис. 58. Узлы сосуда:
1 - сферическое днище, 2 - обечайка, 3 - патрубок;
I - кольцевой шов, II - продольный шов

Вначале собирают карты из листов, которые сваривают между собой. Сваренные карты изгибают по радиусу в вальцах для получения заготовки обечайки, потом сваривают продольный шов с последующей правкой (обкаткой) сваренной обечайки на вальцах.

Сваренные и отвальцованные обечайки собирают между собой, с патрубками и сферическими днищами. Кольцевые швы сваривают участками обратно-ступенчатым способом. Патрубки приваривают либо в одном направлении, если диаметр патрубка не более 200 мм, либо обратноступенчатым способом, если диаметр патрубка более 200-300 мм.

Сваренные сосуды обязательно проходят специальный контроль на прочность и плотность сварных соединений.

Резервуары, являющиеся листовыми конструкциями, по форме бывают цилиндрическими и шаровыми (сферическими). Цилиндрические резервуары подразделяются на вертикальные и горизонтальные. Технология сборки и сварки горизонтальных резервуаров аналогична технологии сборки и сварки сосудов.

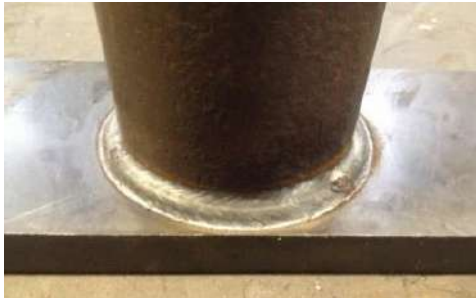
Контрольные вопросы.

1. Из каких частей состоит сосуд?
2. Какая последовательность сборки сосудов?
3. К каким конструкциям относятся сосуды и резервуары?
4. Какому виду контроля подвергаются сваренные сосуды?

2.6.4 Приварка заглушек к трубам

Инструкционная карта по выполнению упражнений

рис 59



Сварка угловых соединений производится «углом назад» (рис 59) т.е. правым способом. 1-й валик должен быть по полноте «нормальным» с максимальным проплавом и минимальным по сечению.

Второй валик выполняется силой сварочного пламени в среднем или максимальном диапазоне в зависимости от толщины металла.

«Замок» второго валика не должен совпадать с «замком» первого валика.

В зависимости от заданного катета выбрать скорость продвижения горелки. Сварку производить без манипулирования, присадочной проволокой диаметром 4 мм равномерный катет на обе кромки в один проход можно выполнить максимальным в 7-8 мм. Если требуется выполнить катет более 8 мм, необходимо сварку произвести в несколько проходов. Третий валик выполнить на основании, как в нижнем положении, добившись плавного начала валика. При подходе к началу валика, если крутое и высокое начало - произвести механическую зачистку или подрубку. Остановка перед началом валика не должна быть менее 15 мм. Переплавив начало третьего валика и не останавливая сварки, подняться на третий валик и начать выполнять четвертый так, чтобы нижний край жидкой ванны соединялся с вершиной третьего валика и образовывал на наружной поверхности заданную форму шва {«нормальный» или «вогнутый»). Техника сварки четвертого валика та же, что и третьего.

Контрольные вопросы.

1. Каким способом производится приварка плоских заглушек?
2. Какая последовательность наложения швов?
3. Сколько проходов необходимо выполнить при заданном катете 8мм?

2.6.5 Контроль качества сварного шва на плотность водой и керосином Лабораторно-практическое занятие.

Залить воду в трубу и проверить герметичность шва.

Контрольные образцы заваренных труб во всех случаях сварки проверить на герметичность керосином.

Очистить шов от шлака, окалины и других загрязнений.

Развести мел в воде.

Нанести раствор мела на одну сторону сварного шва и просушить раствор.

Смочить противоположную сторону шва (2—3 раза) керосином.

Осмотреть образец по истечении 1 ч. Дефекты выявить по наличию жирных желтых пятен на поверхности шва.

Вырубить дефектные участки и заварить вновь.

Контрольные вопросы

1. Как подготовить деталь к испытанию?
2. Как произвести испытание на герметичность водой?
3. Как произвести испытание на герметичность керосином?

2.6.6 Правила безопасного ведения работ, пожаро- и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды

1. Внутри замкнутых емкостей запрещается одновременное производство электросварочных и газопламенных работ.
2. Для проведения газопламенных работ внутри емкости должна непрерывно действовать вентиляция с помощью местных отсосов от стационарных или передвижных установок. В случае выполнения сварочных работ с применением сжиженного (пропана, бутана, углекислоты) вытяжная вентиляция должна иметь отсос снизу. При этом все люки, крышки горловины и т.п. должны быть открыты. При работе внутри емкости двое рабочих, находясь вне емкости, должны страховать непосредственного исполнителя работ с помощью каната (с запасом не менее 2 м), прикрепленного к его лячному поясу.
3. Работа на высоте более 1,3 м над землей или перекрытием должна производиться с лесов или подмостей с разрешения мастера (прораба) согласно проекту работ. Настилы лесов и подмостей должны иметь перильные ограждения высотой 1 м с бортовой доской высотой не менее 0,15 м.
4. При невозможности или нецелесообразности устройства лесов (подмостей) сварщик, работающий на высоте, обязан пользоваться предохранительным поясом, прикрепляясь карабином к прочным конструкциям в местах, указанных мастером (прорабом) согласно проекту производства работ. Запрещается пользоваться предохранительным поясом, не прошедшим очередного испытания и не имеющим бирки с обозначением даты испытания.
5. Производить газосварочные работы с приставных лестниц запрещается.
6. Газосварщикам, работающим на лесах, запрещается бросать с высоты части конструкций, инструмент, предметы, а также оставлять на лесах баллоны с кислородом и ацетиленом. Часть конструкций, баллоны должны опускаться с помощью кранов, а инструменты - в ящиках или ведрах, спускаемых на веревках.
7. В процессе работы электрогазосварщик обязан следить за тем, чтобы не было утечек ацетилена и кислорода из аппаратуры и шлангов, а также постоянно поддерживать уровень воды; водяном затворе на уровне контрольного крана. Проверку уровня воды следует производить не реже 3-х раз в смену при выключенной подаче газа в затвор. Работа генератора без водяного затвора, с неисправным затвором запрещается.
8. При утечке газа в трубопроводе генератор должен быть остановлен,

трубопровод отключен от генератора, определено место утечки газа с помощью мыльной воды, и газ удален из помещения. После этого разрешается исправлять места пропуска газа.

9. В случае воспламенения ацетилена в загрузочном ящике (корзине) генератора при выгрузке или загрузке, ящик (корзину) следует немедленно удалить из помещения с применением крючьев длиной не менее 1,5 м.

Тушение воспламенившегося ацетилена должно производиться углекислотными огнетушителями и сухим песком.

Контрольные вопросы.

1. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе в замкнутых пространствах?
2. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе на высоте?
3. Чем необходимо тушить, воспламенившиеся части ацетиленового генератора?

2.7 Качество выполнения сборки и сварки конструкции

2.7.1 Контроль качества заготовок деталей согласно технологической документации.

Подготовка изделий под сварку. Основными этапами проверки являются контроль чистоты поверхности, геометрических размеров разделки шва и качества прихваток.

Недопустимо наличие в разделке шва и на прилегающей к ней поверхности масла, грязи, ржавчины, окалины, а также наличие грязи и мусора на участках изделия.

При проверке разделки шва под сварку основными контролируемыми размерами являются:

Зазор между кромками, притупление и угол раскрытия разделки (для стыковых швов);

Ширина нахлестки и зазор между листами (для нахлесточных соединений);

Угол и зазор между свариваемыми деталями, притупление и угол скоса кромок (для тавровых соединений);

Зазор между свариваемыми деталями и угол между ними (для угловых соединений).

От качества подготовки и геометрических размеров разделки шва в значительной степени зависят качество сварного соединения и производительность сварочных работ.

В результате завышения угла скоса кромок происходит перерасход присадочного материала, а также возрастают деформации и коробления свариваемых элементов, поскольку увеличиваются зона интенсивного разогрева и влияние усадки наплавленного металла вследствие увеличения его объема.

Уменьшенный угол скоса затрудняет надежное проплавление вершины угла разделки и приводит к не провару в корне шва.

Увеличение размера притупления кромок приводит к не провару, а его уменьшение — к прожогам.

Отклонение размера зазора от нормального происходит вследствие неточной сборки, смещения и коробления деталей под действием термических и усадочных напряжений наплавленного металла ранее заваренных швов и неточной разделки кромок. Уменьшение зазора обычно приводит к не провару, а чрезмерное его увеличение — к прожогам.

Учитывая влияние геометрических размеров разделки шва на качество сварного соединения, их следует проверять с помощью специального инструмента — шаблона ШС-2 для проверки размеров разделки и сварного шва, при толщине металла 4 ... 26 мм. Набор таких шаблонов обеспечивает возможность контроля наиболее распространенных типов сварных соединений.

Набор шаблонов представляет собой 22 стальные пластины, расположенные на осях между двумя щеками (рис 60 а). На каждой из осей закреплено по 11 пластин, которые с двух сторон поджимаются плоскими пружинами. У торцов кромки каждой пластины указан порядковый номер расположения ее в наборе. Пластины 1 и 2 предназначены для проверки углов разделки кромок, а пластина 3 — для измерения притупления кромки (рис 60 б). Остальные пластины набора предназначены для проверки ширины и усиления шва. На своих кромках они имеют вырезки-шаблоны, на каждом из которых указаны его ширина и высота, соответствующие ширине и усилению сварного шва.

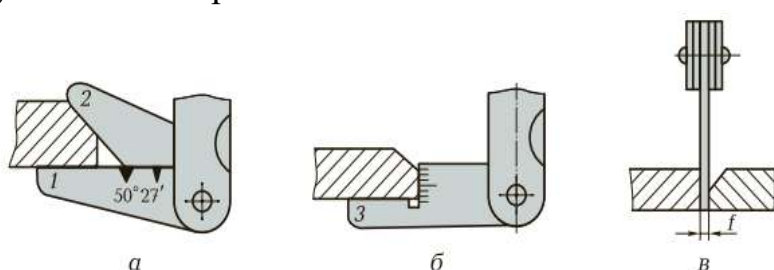


Рис. 60. Применение шаблонов марки ШС-2: а — проверка угла разделки кромок; б — проверка притупления; в — проверка зазора; 1 ... 3 — номера пластин; f — зазор между кромками.

Шаблоны применяются следующим образом. Для проверки угла разделки кромок (рис.60 а) пластины 1 и 2 плотно приставляют к обеим плоскостям замеряемого элемента, образующим проверяемый угол. Притупление кромки (рис.60 б) проверяют по рискам, нанесенным с интервалом 1 мм на пластине 3. Для проверки зазора f между кромками (рис.60 в) пластины складывают таким образом, чтобы их суммарная толщина равнялась размеру зазора, соответствующего заданным требованиям. Каждый шаблон набора имеет толщину, 0,5-кратную значениям зазоров, предусмотренных ГОСТ 5264 — 69.

Качество сборки соединения под сварку во многом зависит от метода обработки кромок. Наилучшие результаты дает механическая обработка (строжка, фрезеровка, токарная обработка), следовательно, внедрение переносных приспособлений и станков для механической обработки кромок позволит значительно повысить качество подготовки разделки швов.

Контрольные вопросы.

1. Какие основные этапы контроля качества сборки?
2. Какие основные контролируемые размеры при разделке кромок?
3. К каким последствиям приводит не правильная разделка кромок?
4. Какой инструмент используют при контроле качества сборки?

2.7.2 Зачистка сварных швов и около шовной зоны от шлака и брызг

Механическая зачистка проводится с использованием проволочных щеток или абразивных дисков. Щетка, диск или лепестковая абразивная насадка закрепляется в угловой шлифовальной машинке. Механическая зачистка сварного шва после сварки позволяет устранять с металлических поверхностей следующие дефекты: брызги, заусеницы, окислы, окалины, следы побежалости.

Среди сварщиков данная методика пользуется особой популярностью благодаря своей дешевизне. Но чтобы работа была выполнена качественно, важно правильно подобрать шлифовальную насадку.

Для зачистки сварочных соединений изделий из нержавеющей стали в качестве материала лучше всего подходит лепестковая насадка из цирконат алюминия, так как он превосходит по своим прочностным характеристикам оксид алюминия, не подвергает металл коррозирующему воздействию.

Контрольные вопросы.

1. С помощью какого инструмента производится механическая зачистка сварных швов и детали в целом?
2. Что дает механическая обработка?
3. Чем проводят зачистку нержавеющей стали?

2.7.3 Визуальный контроль качества сборки и сварки согласно технологической документации

Внешний осмотр (ГОСТ 3242-79). Служит для определения качества сборки и наружных дефектов в сварных швах. Проводится невооруженным глазом или с помощью шаблонов, щупов и лупы 10-кратного увеличения.

При проверке качества прихваток следует обращать внимание на их чистоту и высоту. Загрязненные с не удаленным шлаком прихватки могут привести к образованию шлаковых включений в металле шва, а прихватки большой высоты — к не провару.

Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность металла очищают от шлака, брызг и загрязнений на расстоянии 20 мм от сварного шва. Стыки паропроводов из аустенитных сталей проходят механическую и химическую обработку. Размеры сварного шва и дефектных участков определяют измерительным инструментом и специальными шаблонами. Границы трещин выявляют путем засверливания, подрубки металла зубилом, шлифовки дефектного участка и последующего травления. При нагреве металла до вишнево-красного цвета трещины обнаруживаются в виде темных зигзагообразных линий. В случаях, когда необходима

термическая обработка сварных стыков, внешний осмотр и измерения следует проводить до и после термообработки.

Описание ограничений дефектов с чемпионата WorldSkills Kazakhstan.

Описание дефекта	Объяснение	Ограничения для дефектов
1. Трещины	Отсутствуют ли в сварном шве трещины?	Не допустимы
2. Расхождения и кратеры шва	До конца ли заполнены все расхождения и кратеры шва?	(резервуар.) $\leq 1,5$ мм (алюм.) ≤ 1 мм (нерж.ст.) ≤ 1 мм
3. Прожог	Отсутствуют ли прожоги?	Не допустимы
4. Удалены шлак и брызги	Весь ли шлак и брызги удалены из места соединений и примыкающих областей?	Должно быть удалено более 99% всего шлака и брызг.
5. Следы шлифования	Не наблюдаются ли на сварной поверхности следы шлифования или других приемов удаления металла?	На законченном сварном шве не должны наблюдаться следы удаления металла
6. Вкрапления и поры	Присутствуют ли в металле сварного шва вкрапления и поры?	(резерв.) – Макс. – 2 дефекта (алюм.) – Макс. – 2 дефекта (нерж.ст.) – Макс. – 2 дефекта
7. Свищи	Присутствуют ли на металле сварного шва свищи или кратеры? (удлиненные полости)	Не допустимо
8. Подрезы	Наблюдаются ли на металле сварного шва подрезы (подплывы при излишнем токе)?	$\leq 0,5$ мм
9. Нахлест	Не наблюдается ли нахлест в местах соединений?	Не допустимо
10. Не провар	Не наблюдается ли не провар в местах соединений?	Не допустимо
11. Чрезмерная вогнутость корня сварного шва	Не наблюдается ли на всей глубине провара шва чрезмерная вогнутость?	(резерв.) ГОСТ 14806-80; (нерж.ст.) ГОСТ 16037-80.
12. Излишняя глубина провара шва	Не наблюдается ли в местах соединений излишняя глубина провара шва?	(резерв.) ГОСТ 14806-80; (нерж.ст.) ГОСТ 16037-80.
13. Излишняя выпуклость	Не наблюдается ли в местах соединений излишняя выпуклость?	(резерв.) $\leq 2,5$ мм (алюм.) ГОСТ 14806-80 (нерж.ст.) ГОСТ 16037-80
14. Не полностью заполненный шов	Полностью ли заполнен шов при стыковой сварке?	Не допустимо
15. Линейное смещение	Не наблюдается ли в местах соединений линейное смещение?	(резерв.) $\leq 1,0$ мм (алюм.) $\leq 1,0$ мм (нерж.ст.) $\leq 1,0$ мм
16. Размеры угловых швов	Соответствуют ли угловые швы спецификациям? (величина катета углового шва)	(резерв.) – 10/+2 мм
17. Излишняя ширина лицевой стороны стыкового шва	Является ли ширина шва одинаковой по всей его длине? (Необходимо измерить его в самом узком и самом широком месте)	(резерв.) $\leq 2,0$ мм (алюм.) ГОСТ 14806-80 (нерж.ст.) ГОСТ 16037-80

Контрольные вопросы.

1. На что необходимо обращать особое внимание при контроле качества сборки?
2. Какие действия необходимо произвести перед проведением ВИК?
3. Как определяются границы трещин?

4. Какие дефекты относятся к допустимым?
5. Какие дефекты относятся к не допустимым?

2.7.4 Измерение геометрических размеров швов, формы сварной конструкции

Именно с визуального контроля начинается проверка качества любого сварного соединения, поскольку такой метод не требует дорогостоящего оборудования и особой квалификации. Более того, сварщик должен проводить визуальный контроль на протяжении всего сварочного процесса.

Инструменты для визуально-измерительного контроля (рис 61)

рис 61



Чемодан контролера состоит из большого количества разнообразных инструментов контроля качества. Все инструменты могут иметь разное предназначение: одни используются в цехах при нормальной температуре, а другие призваны для работы в полевых условиях, когда контролю может препятствовать плохая погода, например. Самый главный инструмент для контроля — лупа. Используются разные типы луп (телескопические, обзорные и прочие). С

помощью лупы можно произвести первичный визуальный контроль. Тем не менее, в арсенале контроля можно встретить не только лупы и линейки, но еще и угольники, штангенциркули, щупы, толщиномеры, калибровщики, рулетку, разнообразные шаблоны и нутромеры.

После проведения ВИК заполняется акт, в котором указываются все дефекты, приравнивается к полноценному документу. В акте указываются все инструменты, которые использовали при контроле.

рис 62



Порядок проведения контроля (рис 62)

ВИК состоит из множества этапов. Порядок проведения работ всегда одинаковый.

Сначала выполняется визуальный контроль. Контролер внимательно осматривает шов, сверяет его физические характеристики (длину, ширину и прочее) с показателями в технической карте и чертежах.

Когда осмотр закончен, составляется акт. Если были замечены видимые дефекты, деталь отправляют на дополнительный контроль. Проверяется характер, размер дефекта и процент его отклонения от нормы. Далее проводят измерительный контроль сварных швов. Такой контроль называется детальным или инструментальным.

Дополнительные методы, ультразвуковой или **радиографический**, позволяют выявить особо скрытые дефекты и отправить деталь в брак или выявить дефекты на ранних «стадиях».

Возможные дефекты

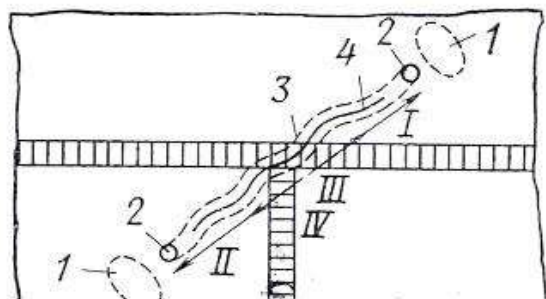
ВИК — простейший метод контроля, но благодаря ему удастся обнаружить до половины всех возможных дефектов. В частности, при простом визуальном осмотре можно обнаружить трещины, перепады по высоте и ширине шва, чешуйчатость шва, наплывы и подрезы, не проваренные кратеры, прожоги, неверные катеты шва и чрезмерное ослабление соединения.

Контрольные вопросы.

1. Кто проводит ВИК?
2. Какой инструмент используется при проведении ВИК?
3. Какой порядок проведения ВИК?
4. Какие дефекты измеряются при проведении ВИК?

2.7.5 Устранение выявленных дефектов и деформаций в свариваемых деталях и конструкциях простых и средней сложности

Крупные трещинки устраняются с помощью заварки. Для начала в предварительном порядке рассверливаются насквозь несколько отверстий на дистанции 50 мм к концам возникших трещинок для предупреждения их распространений.



Далее пневмозубилом, газовыми резаками, либо механизированным инструментом (УШМ), выполняют V- или X-образные разделывания трещин, удаление шлаковых элементов с её кромок и заваривание обратно ступенчатым методом (рис. 63).

Рис 63. Именно таким методом выполняется корректировка сварочного соединения с трещиной: 1 — схема места нагрева; 2 — схема рассверленного отверстия; 3 — схема разделывания каждой кромки на трещине; 4 — схема образовавшейся трещины; I, II, III, IV — описание этапов заваривания.

Перед началом сварочного процесса выполняется нагрев стали (в месте концов трещин) нагрев должен выполняться до температуры в 200 градусов, таким образом, чтобы остывание швов и прогретых участков проходило в одно и тоже время. Делается это во избежание возникновения остаточных напряжений на сварочном шве (его концах).

Швы, у которых не провары, газо-шлаковые включения, небольшие трещины вырубается либо выплавляются и вновь завариваются.

Аналогичные операции делают и в пережжённых участках изделия. Дефекты же в изделиях, материалом которых является сталь легированного типа, устраняются исключительно вырубанием или шлифованием

(выплавление здесь приводит к структурным изменениям материала).

Неполномерности в швах устраняются посредством наплавления дополнительных слоёв, а заваривание подрезов делается с помощью тонких валиковых швов. Удаление наплавов, натёков, а также дополнений шва (образований в его сечении дополнительного материала) выполняется посредством шлифования либо пневмозубила. Если возник перегрев металла, значит, необходимо прибегнуть к его соответствующей термообработке.

Как исправить деформации в сварочных изделиях

Если деформирование гораздо выше нормы, то выправление элементов (изделий) происходит с помощью механической, термической либо термомеханической технологий.

Выправления по механической технологии выполняют с использованием молотов с домкратами, прессов на винтовой основе и прочих приспособлений, способных создать воздействие ударных либо статических нагрузок, прилагаемых с места максимальной выгибаемости конструкции

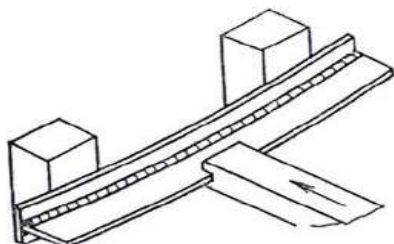


Рис 64. Посредством воздействия нагрузки корректируются тавровые сварные балки. (рис.64).

Такая правка является очень трудоёмкой. При неправильном её выполнении, как в сварочных швах, так и в остальном материале могут появиться трещины и разрывы.

Как исправить деформацию тонколистовых металлов

Деформации в тонколистовых металлических изделиях устраняются с помощью их прокатывания валиками (рис.65). Только на сварочные швы нужно сначала поставить накладки. При прокатке из-за растягивания сварного шва образуются пластичные деформации, минимизирующие напряжение с образованным им короблением.

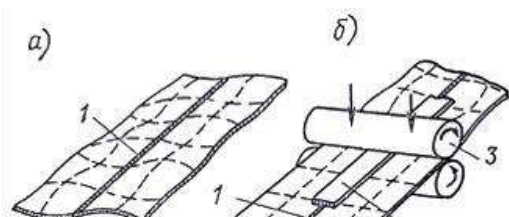


Рис 65. Устранение деформаций в тонколистовых металлических конструкциях а – схема сваренных листов перед прокатыванием, б – схема процесса прокатывания, 1 – схема сварочного шва, 2 – схема накладки, 3 – схема прокатных валков

Как устранить деформацию толсто-листовых металлов

Искажения в металлических толстолистовых деталях устраняет послойная проковка каждого сварочного шва. В процессах термокорректировок небольшие металлические участки в деформированных деталях нагреваются специальными горелками. Прогрев проводится, пока металлические выпуклые места деформированной детали не перейдёт в состояние пластичности. Далее каждый из прогретых мест охлаждается. При этом происходит корректировка детали посредством возникающих в этот момент напряжений.

Нагрев

Так, тавровые сварочные балки выправляют посредством нагрева её выпуклого участка полосами (с шириной достигающей 25-30 мм), схожесть которых выполняется под углом 30-градусов (рис. 66, а). Также при выправлении балки со швеллерным сечением выполняется нагрев обеих полок и, помимо этого, с помощью полос (их ширина равняется 35-40 мм) — её стенка (рис. 66, б). В момент выпучивания швеллерной рамы расположение нагревающих полос выполнено по схеме, изображённой на рис. 66, в).

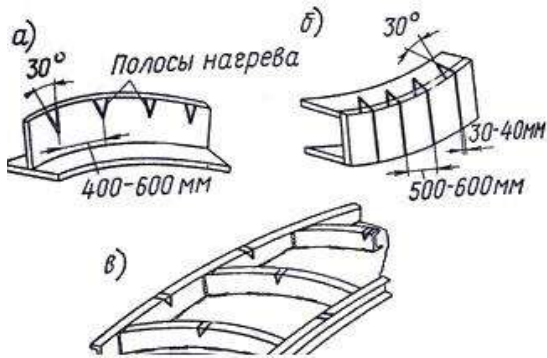


Рис 66. Нагревающие участки при термоправке: а – схема выправления тавровых балок, б – схема выправления балки со швеллерными сечениями, в – схема выправления швеллерных рам.

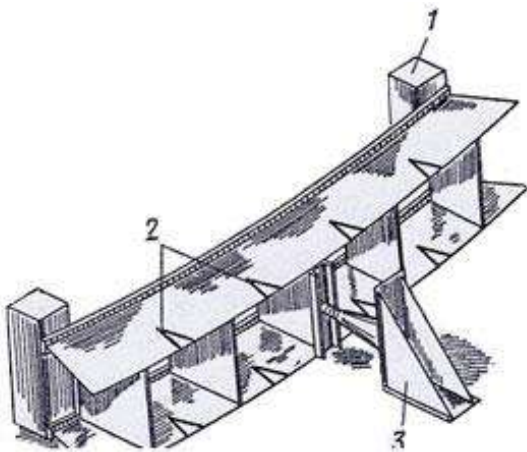


Рис 67. Схема корректировки сварных фундаментов термомеханической правкой с использованием домкратов. 1 – схема опор, 2 – схема мест прогрева, 3 – схема домкрата.

Как уменьшить напряжение

Снижение внутреннего напряжения в швах сварочных конструкций выполняется посредством проковки каждого слоя швов, сопутствующего либо предварительного подогрева конструкции, термообработки после сварочного процесса.

Проковку каждого слоя выполняют посредством имеющего закруглённый бойок пневмозубила. Этот метод используется при выполнении многослойного сваривания конструкций с большой толщиной. Кстати, чтобы не было надрывов и трещин, проковка нижнего и верхнего слоя шва не выполняется.

Метод подогревов сопутствующего либо предварительного типа выполняется при попытке выполнить сваривание склонных к закалке металлов. Подогревают обычно при условиях, устанавливаемых исходя из марки металла и его жёсткости. Нагрев выполняется с помощью индукторов, многопламенных горелок или печей.

Изгиб и нагрев

При термомеханической правке статическая нагруженность, создающая изгиб деформированной детали в необходимую сторону, сочетается с местным нагревом. Этим методом исправляют довольно жёсткие узлы (рис.67).

При термообработке после сваривания предусматривается проведение низкотемпературного отпуска детали и его медленного охлаждения в печи.

Контрольные вопросы.

1. Как исправляются трещины и внешние дефекты швов?
2. Как исправить деформации в сварочных изделиях?
3. Как исправить деформацию тонколистовых металлов?
4. Как устранить деформацию толсто-листовых металлов?
5. Как производится термическая и термомеханическая правка?
6. Как уменьшить напряжение?

2.8 Производственные газосварочные работы и газопламенная наплавка

2.8.1 Технология и особенности газовой сварки углеродистых и легированных сталей; газопламенная наплавка цветных металлов и сплавов.

2.8.2 Выполнение газосварочных работ и газопламенной наплавки в период производственно-технологической практики на предприятии в соответствии с содержанием (обзором) модуля профессиональной практики

Данный раздел выполняется согласно программы производственной практики на предприятиях, согласованной с работодателем.

2.9 Безопасные методы выполнения производственной деятельности.

2.9.1 Основные причины несчастных случаев на производстве, влияние теплового излучения на организм человека.

Аварийные ситуации и несчастные случаи при выполнении газосварочных работ происходят из-за:

1. снятия колпака с баллона ударами молотка, зубила и т.п.;
2. использования редуктора с неисправным манометром или вообще без него;
3. эксплуатации горелки загрязненными выходными каналами мундштука;
4. протирания деталей бензином (керосином) непосредственно перед началом сварки;
5. попадания брызг от газовой горелки на газоприборы, барабаны с карбидом, кислородные баллоны, рукава;
6. хранения огнеопасных материалов (бензин, керосин, ацетон и т.д.) в местах
7. производства газосварочных работ;
8. использование кислородных рукавов для подачи ацетиленовых, ацетиленовых - для подачи кислорода;
9. сваривания трубопроводов, сосудов, емкостей и резервуаров, находящихся под давлением;
10. При авариях и несчастных случаях следует немедленно принять меры по оказанию пострадавшим помощи, по возможности устранить или

отключить источник аварийности, немедленно сообщить о случившемся мастеру, сохранить обстановку, если это не угрожает жизни и здоровью людей.

Влияние теплового излучения на организм человека.

При длительном пребывании человека в зоне теплового облучения происходит резкое нарушение теплового баланса организма. Нарушается работа механизма терморегуляции. При этом усиливается деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной системы, потоотделение, происходят потери нужных организму солей и витаминов. Обеднение организма водой вызывает сгущение крови, ухудшается питание тканей и органов. Потеря организмом солей лишает кровь способности удерживать воду, что приводит к быстрому выведению из организма вновь потреблённой (выпитой) жидкости. Нарушение водно-солевого баланса вызывает так называемую судорожную болезнь, которая характеризуется появлением резких судорог, преимущественно в конечностях.

Нарушение теплового баланса организма вызывает гипотермию (перегрев). Она характеризуется повышением температуры тела, достигающей в тяжёлых случаях $+40-41^{\circ}\text{C}$, обильным потоотделением, значительным учащением пульса и дыхания, появлением заметной слабости, головокружением, изменением зрительных ощущений, шумом в ушах и зачастую потерей сознания.

При систематических перегревах отмечается повышенная восприимчивость к простудным заболеваниям. Наблюдается снижение внимания (нарастание числа ошибочных операций), наступление состояния расслабленности, резко повышается утомляемость, снижается производительность труда.

Постоянное воздействие теплового излучения значительной интенсивности на глаза может вызвать глазное заболевание – катаракту, т.е. помутнение хрусталика глаза, а это снижает остроту зрения и может привести к слепоте.

Таким образом, инфракрасное излучение может оказывать как незначительное воздействие на организм человека в виде перегрева, ожогов кожи, так и существенное – нарушение водно-солевого баланса и тепловой удар, нарушение функционального состояния центральной нервной системы и заболевания глаз.

Контрольные вопросы.

1. Какие причины возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев на производстве?
2. Какие действия необходимо предпринять при возникновении аварийной ситуации?
3. Какое влияние имеет тепловое излучение на организм человека?

2.9.2 Правила техники безопасного ведения работ; правила пожарной безопасности; санитарно-гигиенические нормы, вредные вещества, выделяемые при проведении газосварочных работах

Газосварщику запрещается:

1. Производить сварку, нагрев и другую газопламенную обработку трубопроводов, сосудов, резервуаров, находящихся под давлением, независимо от того, каким газом или жидкостью они заполнены;
2. Производить работу при загрязненных выходных каналах мундштуков во избежание хлопков и обратных ударов пламени.
3. При обнаружении неисправностей в генераторе, баллонах или аппаратуре необходимо немедленно прекратить работу и сообщить мастеру.
4. При появлении в помещении, где производятся газопламенные работы, запаха газов, работа должна быть прекращена.
5. Запрещается выполнение газопламенных работ в зоне применения нитрокрасок и других составов, образующих опасные летучие пары, и в свежеекрашенных такими составами помещениях.

Контрольные вопросы.

1. Какие требования по ТБ во время производства газосварочных работ?
2. Что запрещается газосварщику во время производства работ?
3. Какие противопожарные мероприятия необходимо соблюдать во время работы?

2.9.3 Нормы производственной санитарии: состояние воздушной среды в производственных помещениях; производственное освещение, шумы и вибрации; вредное излучение и защита от него, вентиляция помещений

При всех разновидностях сварки на сварщика воздействует комплекс производственных факторов:

- излучение сварочной дуги;
- производственный шум, пыль, газы;
- неблагоприятные метеорологические условия;
- статическая нагрузка.

Горение газового пламени сопровождается излучением ярких световых, тепловых инфракрасных лучей. Световые лучи производят ослепляющее действие на глаза. Могут также иметь место термические ожоги, которые являются результатом попадания на тело брызг расплавленного металла. Газоэлектросварщикам приходится работать в разных метеорологических условиях, которые определяются как особенности процесса сварки, так и условиями производственной обстановки.

Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией

Уровни шума в сборочно-сварочных цехах не должны превышать величин, установленных «Гигиеническими нормами допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах».

При эксплуатации механизированных ручных инструментов следует

руководствоваться Санитарными нормами и правилами при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающими вибрации, передаваемые на руки работающих.

Требования к освещению

Проектирование, устройство и эксплуатация освещения сборочно-сварочных цехов, участков плазменной и электронной обработки металлов и др. должны выполняться в соответствии с требованиями настоящих «Правил», а также действующих глав СНиП Норм проектирования искусственного и естественного освещения, Указаний по проектированию электрического освещения производственных и вспомогательных зданий предприятий, а также правил устройства электроустановок.

Освещение внутри изделий с замкнутыми контурами - резервуаров, котлов, цистерн, отсеков, сосудов и т.п. 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.

Местная вытяжная вентиляция

Для улавливания сварочного аэрозоля у места его образования при рассматриваемых способах обработки металла на стационарных постах, а также где это возможно по технологическим условиям на нестационарных постах, следует предусматривать местные отсосы.

При сварке и наплавке мелких и средних изделий, применительно к условиям работы и типу аппаратуры, конструкции местных отсосов могут выполняться в виде вытяжного шкафа, вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания, панельного наклонно-щелевого отсоса, стола с нижним подрешеточным отсосом и подвижным укрытием и т.п.

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна быть:

при газовой сварке - не менее 1,0 м/сек;

Среди профессиональных заболеваний сварщиков ведущее место принадлежит хроническим заболеваниям верхних дыхательных путей, возникающих в связи с вдыханием сварочного аэрозоля. Поэтому с целью сохранения здоровья рабочего сварщика следует применять средства защиты как индивидуальные, так и коллективные, а так же правильно организовать рабочее место сварщика.

Контрольные вопросы.

1. Какие производятся мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией?
2. Какие предъявляются требования к освещению в производственных цехах?
3. Какие предъявляются требования к вентиляционным системам?

2.9.4 Средства индивидуальной защиты, средства пожаротушения, оказание первой помощи при производственной травме при выполнении сварочных работ

Средства защиты сварщика делятся на индивидуальные (СИЗ) и коллективные (СКЗ).

СИЗ:

1. Костюм брезентовый (должен иметь сертификат, изготовлен из брезента с огнестойкой пропиткой, карманы закрыты клапанами);
2. Ботинки (не подбиты гвоздиками);
3. Рукавицы (комбинированные брезентовые);
4. Маска (щиток) сварщика со светофильтром С-6 ГОСТ 124011-87
5. Очки защитные- с прозрачными стеклами;
6. Наушники при работе на станках.

СКЗ:

1. Вентиляция (вытяжная и приточная);
2. Освещение (искусственное и естественное);
3. Отопление;
4. Кровля для защиты от неблагоприятных метеорологических условий;
5. Заземление;
6. Зануление;
7. Изоляция.

Средствами пожаротушения являются: вода, пены, газы, пар, порошковые составы. При тушении пожаров водой используют установки водяного пожаротушения, пожарные машины и водяные стволы. Для подачи воды в эти установки используют специальные водопроводы. Пена представляет собой концентрированную эмульсию диоксида углерода в водном растворе минеральных солей, содержащим пенообразующие вещества. Для получения воздушно механической пены применяют воздушно-пенные стволы, генераторы пены и пенные оросители.

При тушении пожаров газами и паром используют диоксид углерода, азот, дымовые газы и пр.

При тушении керосина, бензина, нефти, горячих электрических проводов запрещается применять воду и пенные огнетушители. В этих случаях следует пользоваться песком, углекислотными или сухими огнетушителями.

При отравлениях продуктами сгорания горючих веществ или токсичными парами металлов (марганца, свинца, цинка) немедленно сообщить мастеру и обратиться в здравпункт.

При несчастном случае следует принять меры к освобождению пострадавшего от действия травмирующего фактора, оказать пострадавшему первую доврачебную помощь, поставить в известность руководителя, при необходимости принять меры к эвакуации пострадавшего в лечебное учреждение.

Сохранить до расследования обстановку на рабочем месте и оборудование такими, какими они были в момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих и не приведет к аварии.

Контрольные вопросы.

1. Какие требования предъявляются к СИЗ и СКЗ?
2. Какие требования предъявляются к средствам пожаротушения?
3. Какие действия необходимо выполнять при аварийной ситуации или несчастном случае?

2.9.5 Соблюдение правил безопасности при работе с неметаллическими материалами

Техника безопасности при сварке полимеров

Обязательные мероприятия по ТБ в сварочном производстве, а также санитарно-гигиенические условия регламентируются системой стандартов безопасности труда, строительными нормами и правилами, правилами ТБ и производственной санитарии при выполнении отдельных видов работ и другими нормативно-техническими документами.

Случаи производственного травматизма и заболеваний при сварке конструкций из пластмасс могут быть вызваны следующими причинами:

- действием выделяющихся аэрозолей и вредных газов;
- образованием и возгоранием взрывоопасных смесей;
- тепловым воздействием;
- воздействием электромагнитных полей и механических колебаний высокой частоты и др. факторами.

Мероприятия, обеспечивающие безопасность производственной деятельности при наличии указанных факторов, известны из ранее пройденных дисциплин. Гарантией от поражения ими является строгое выполнение предписаний по эксплуатации и безопасному обслуживанию электроустановок и другого оборудования и применение средств индивидуальной защиты.

К работам на установках для сварки пластмасс допускаются лица мужского пола не моложе 20 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение, вводный инструктаж по технике безопасности, мерам пожарной безопасности, а также сдавшие экзамены специальной комиссии.

Работы по сварке пластмасс следует проводить на открытом воздухе или в предназначенных для этого помещениях, которые должны соответствовать санитарным и противопожарным нормам.

Каждое рабочее место для сварки пластмасс должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией с обменом воздуха не менее 1500 м³/ч. Особая осторожность необходима при сварке внутри резервуаров и в небольших закрытых помещениях. К месту сварки в резервуаре необходимо

вентилятором подавать воздух и отсасывать выделяющиеся газы. Все работы с вредными веществами следует проводить в застегнутом халате, резиновых перчатках и прорезиненном фартуке, если необходимо, надевать защитные очки или маски. Для выполнения операций, при которых в воздухе образуется пыль, рабочий должен, кроме того, пользоваться ещё противопылевым респиратором.

При сварке в закрытых помещениях рабочие места сварщиков оборудуют местными отсосами для удаления выделяющихся вредных газов, паров и пыли или применяют сварочное оборудование со встроенными отсосами.

Рациональная организация рабочих мест при сварке пластмасс, ведение процессов методами передовой технологии, соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности позволяют добиться на предприятиях работы без травматизма.

Контрольные вопросы.

1. Какие случаи производственного травматизма и заболеваний при сварке конструкций из пластмасс?
2. Кто допускается к производству работ?
3. Как оборудуется рабочее место?
4. Какие мероприятия предусматриваются при работе в замкнутых пространствах?

2.10 Профессиональное общение с соблюдением норм и правил делового этикета

2.10.1 Основные этические нормы общения с коллегами, администрацией, партнёрами в процессе производства.

Общий этический принцип общения «по горизонтали», то есть между коллегами (руководителями или рядовыми сотрудниками), можно сформулировать следующим образом: «В деловом общении относитесь к своему коллеге так, как вы хотели бы, чтобы он относился к вам». Если вы затрудняетесь, как вести себя в той или иной ситуации, поставьте себя на место вашего коллеги или обратитесь за советом к наиболее авторитетным сотрудникам.

Достичь взаимопонимания с равными по статусу сотрудниками из других отделов и подразделений - дело весьма непростое. Особенно если речь идет об общении и деловых отношениях внутри одной организации, поскольку может наблюдаться соперничество.

Вот несколько принципов этики делового общения между коллегами:

- не требуйте к себе какого-либо особого отношения или особенных привилегий со стороны другого;
- попытайтесь достичь четкого разделения прав и ответственности в выполнении общей работы;
- если круг ваших обязанностей пересекается с обязанностями ваших коллег, то это весьма опасная ситуация. Если руководитель не

разграничивает ваши обязанности и ответственность от других, попытайтесь сделать это сами;

- в отношениях между коллегами из других отделов вам следует отвечать самому за свой отдел, а не сваливать вину на своих подчиненных;

- если вас просят временно перевести в другой отдел вашего сотрудника, не посылайте туда недобросовестных и неквалифицированных - ведь по нему там будут судить о вас и вашем отделе в целом. Помните, может случиться, что с вами поступят таким же безнравственным образом;

- не относитесь с предвзятостью к своим коллегам. Насколько возможно отбрасывайте предрассудки и сплетни в общении с ними;

- называйте своих собеседников по имени и старайтесь делать это почаще;

- улыбайтесь, будьте дружелюбны и используйте все многообразие приемов и средств, чтобы показать доброе отношение к собеседнику. Помните - что посеешь, то и пожнешь;

- не давайте обещаний, которые вы не сможете выполнить. Не преувеличивайте свою значимость и деловые возможности. Если они не оправдаются, вам будет неудобно, даже если на это были объективные причины;

- не следует лезть человеку в душу. На работе не принято спрашивать о личных делах, а тем более проблемах;

- старайтесь слушать не себя, а другого;

- не старайтесь показаться лучше, умнее, интереснее, чем вы есть на самом деле. Рано или поздно все встанет на свои места;

- рассматривайте вашего коллегу как личность, которую нужно уважать саму по себе, а не как средство для достижения ваших целей.

Контрольные вопросы.

1. Каковы принципы этики делового общения?

2. Каковы принципы этики межличностного общения?

2.10.2 Психологическая характеристика особенностей личности, их проявления в поведении и профессиональной деятельности

Социально-психологическая компетентность заключается в умении эффективно взаимодействовать с людьми — ключевой фактор личного профессионального успеха. Высокий уровень социально-психологической компетентности определяется:

- знанием себя (своих сильных и слабых сторон, исходного и намеченного уровня развития своих профессиональных и личностных качеств);

- знанием других людей (индивидуальных различий, особенностей индивидуального подхода к разным людям);

- знанием деловых и жизненных ситуаций, правил поведения в каждой из них, способности гибко перестраиваться;

- умением слушать (быть внимательным к мыслям и чувствам людей, извлекать из сообщения максимум ценной информации);

- умением говорить (точно и кратко излагать свои мысли, владеть искусством убеждения, ведения телефонных переговоров);
- умением достойно и рационально вести себя в конфликтных ситуациях, правильно реагировать на критику, замечания, оскорбления.

В основе общения лежат взаимные контакты людей, которые, прежде чем обсуждать вопросы или вести какие-то дела, определенным образом воспринимают друг друга. Первый шаг в общении — восприятие внешнего вида друг друга, на основе которого формируется первое позитивное или негативное впечатление о человеке.

Существуют следующие закономерности, определяющие процессы межличностных взаимоотношений:

1. Зависимость восприятия людьми внешних воздействий от различий их психологических структур;
2. Неадекватность отображения человека человеком:
 - слишком сложен;
 - осознанно и не осознанно защищается от попыток раскрыть его особенности и возможности;
 - не может дать о себе информацию потому, что не знает себя;
3. Расщепление смысла информации и его причины:
 - различное толкование информации, вызванное иносказательными возможностями языка;
 - различие в образовании, интеллектуальном развитии, потребностях и психическом состоянии обучающихся;
4. Самосохранение (сохранение личного статуса, личной самостоятельности, собственного достоинства);
5. Компенсация (недостаток одних качеств сознательно или бессознательно компенсируется другими).

Для эффективного делового общения рекомендуется:

- понимание целей, задач, вкусов, надежд, психологического состояния партнера;
- установка на организацию соответствующих отношений;
- способность к моделированию личностных особенностей партнера по общению;
- чаще ставить себя на место оппонента;
- доверительность речевой коммуникации.

Для повышения уровня доверительности рекомендуется:

1. Открытая демонстрация своих намерений;
2. Проявление теплоты и доброжелательности по отношению к партнеру;
3. Деловая компетентность;
4. Убедительные манеры;
5. Устранение недопонимания.

Зачастую люди не приходят к взаимному согласию из-за недопонимания, причины которого заключаются в следующем:

1. Склонность не говорить того, о чем действительно думают и хотят;

2. Социальная нежелательность сказанного. Стремление говорить то, что целесообразно в данной ситуации, а не то, что в действительности хотелось бы сообщить;

3. Неумение слушать других;

4. Стремление слушать других не с целью услышать, а с целью оценить говорящего.

Успех доверительного взаимопонимания основывается на следующих постулатах:

1. Приветствуй партнера: улыбкой и взглядом; по имени и отчеству; рукопожатием и легким наклоном к нему; вставанием.

2. Эмоционально поддерживай разговор (активное и внимательное слушание, кивки головой, доброжелательное выражение лица). Партнер должен видеть ваше желание понять его позицию.

3. Ориентируйся на желаемый партнером конечный результат, естественно, если он согласуется с твоими намерениями. Выясни, чего партнер хочет. Излагай свои доводы и предложения с позиции интересов партнера, раскрывай взаимную выгоду принимаемого решения.

Контрольные вопросы.

1. Что включает в себя уровень социально-психологической компетентности?

2. Какие определяющие процессы межличностных взаимоотношений?

3. Какие рекомендации для эффективного делового общения?

4. Какие рекомендации для повышения уровня доверительности?

5. На чем основывается успех доверительного взаимопонимания?

Краткие выводы к 2 разделу:

В данном разделе были рассмотрены следующие вопросы: материалы для газовой сварки; оборудование для газовой сварки; назначение, устройства и правила эксплуатации аппаратуры для газовой сварки; технологии сварки газовым пламенем деталей простых, средней сложности и сложных из металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва кроме потолочного; контроль качества сварных соединений и швов; правила техники безопасности, пожаро- и электробезопасности, нормы охраны труда и окружающей среды, основы экономики и менеджмента.

В результате освоения раздела обучающиеся смогут выполнять: требования техники безопасности при работе со сварочным оборудованием;

газовую сварку поворотных труб и цилиндрических сосудов;

газовую сварку углеродистых и легированных сталей;

газовую сварку цветных металлов и их сплавов;

газовую сборку и сварку металлоконструкций различной сложности;

газопламенную наплавку поверхностей различной конфигурации.

РАЗДЕЛ 3 СВАРКА В СРЕДЕ АРГОНА.

3.1 Подготовка металла, материалов, рабочего места, оборудования, аппаратуры к сборке и сварке металлоконструкций

3.1.1 Сущность процесса и область применения.

Основные международные обозначения, относящиеся к сварке в среде аргона

TIG - Такое сокращение названия этого процесса принято в Европе.
TIG - Tungsten Inert Gas (tungsten – вольфрам на английском языке).

WIG - Так принято для краткости называть этот процесс в Германии.
WIG – Wolfram-Inertgasschweißen (wolfram – вольфрам на немецком языке).

TIG-DC - способ ТИГ на постоянном токе (DC – direct current – постоянный ток на английском языке).

TIG-AC - способ ТИГ на переменном токе (AC – alternating current – переменный ток на английском языке).

TIG-HF - способ ТИГ с системой бесконтактного возбуждения дуги высоковольтным и высокочастотным разрядом; HF - high frequency – высокая частота на английском языке.

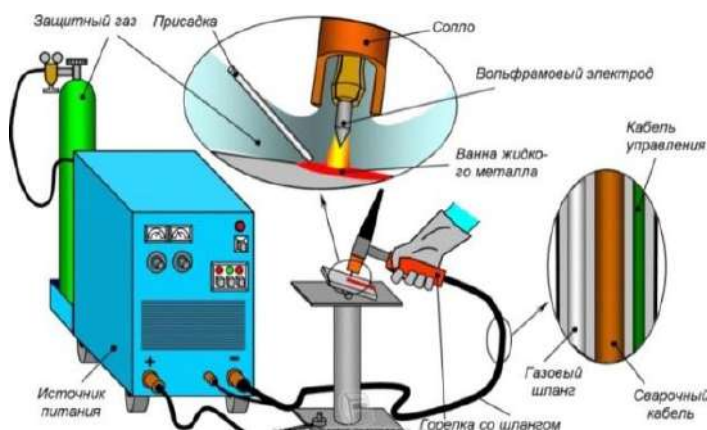


Рис. 1. Оборудование для сварки в среде аргона.

Кромки свариваемого изделия и присадочный металл расплавляются дугой, горячей между неплавящимся вольфрамовым электродом и изделием. При этом используется электрод либо из чистого, либо из активированного вольфрама. В сварочную ванну добавляется присадочный металл. По мере перемещения дуги

расплавленный металл сварочной ванны затвердевает (т. е. кристаллизуется), образуя сварной шов, соединяющий кромки деталей. Сварное соединение образуется либо только за счёт расплавленного основного металла, либо за счёт как основного металла, так и металла присадочной проволоки. Дуга, сварочная ванна, торцы вольфрамового электрода и присадочной проволоки, а также остывающий шов защищены от воздействия окружающей среды инертным газом (аргоном или гелием), подаваемым в зону сварки горелкой. Если защитным газом служит инертный газ (аргон, гелий или их смеси), то процесс называется «дуговая сварка в инертных газах» (т.е. газах, не вступающих в химические реакции и практически не растворимых в металлах). Сварка выполняется либо постоянным током прямой полярности, когда плюсовая клемма источника питания подключается к изделию, а минусовая – к горелке, либо переменным током (при сварке алюминия).

Область применения сварки в среде аргона достаточно широка – сварка

углеродистых, конструкционных и нержавеющей сталей, алюминия и его сплавов, титана, никеля, меди, латуней, кремнистых бронз, а также разнородных металлов и сплавов; наплавка одних металлов на другие. Способ широко применяется в химической, теплоэнергетической, нефтеперерабатывающей, авиационно-космической, пищевой, автомобилестроительной и других отраслях промышленности.

Преимущества: минимальный нагрев основного металла, надежная защита расплавленного металла от окружающего воздуха, высокая тепловая мощность дуги (а значит скорость и производительность сварки), возможность наблюдения за процессом, простота техники сварки, возможность сварки трудносвариваемых металлов и сплавов (в том числе и разнородных), возможность полной механизации и автоматизации процесса.



Рис. 2. Процесс сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов

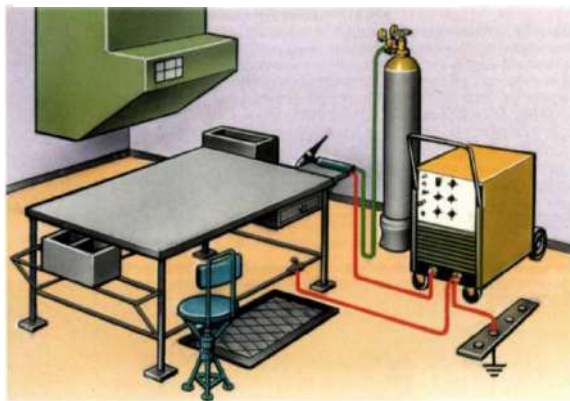
Недостатки: вероятность нарушения газовой защиты при работе на открытом воздухе и на сквозняке, сильное ультрафиолетовое излучение (особенно при использовании гелия), необходимость охлаждения при сварке высокоамперной дугой.

Контрольные вопросы

1. Основные области применения сварки в среде аргона?
2. Опишите сущность процесса сварки в среде аргона.
3. Какие преимущества у сварки в среде аргона?
4. Какие недостатки у сварки в среде аргона?
5. За счёт чего образовывается сварочное соединение?

3.1.2 Газовое оборудование, сварочные горелки, источники питания на рабочем месте

Рис. 3. Рабочее место.



Оборудование размещают в соответствии с требованиями безопасности работ. Полезная площадь кабины должна быть не менее 3 м, высота стен – не менее 2 м, зазор между стенками и полом – 5 см. Сварочный пост снабжают вентиляционной установкой для отсоса газов, аэрозолей и т.д., а также ограждают металлическими щитами или шторами из материала с огнестойкой пропиткой.

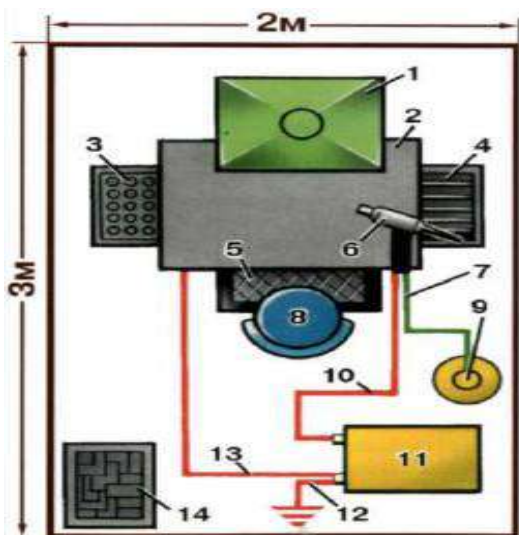


Рис. 4 1 – вентиляция, 2 – рабочий стол, 3 – ящик для электродов, 4 – ящик для деталей, 5 – диэлектрический коврик, 6 – горелка, 7 – газовый рукав, 8 – стул, 9 – газовый баллон, 10 – прямой провод, 11 – источник питания дуги, 12 – заземление, 13 – обратный провод, 14 – ящик для отходов.

Газовое оборудование

Баллон (рис. 5) состоит из стального бесшовного цилиндрического корпуса со сферическим дном, на которое напрессован башмак. Верхняя часть баллона имеет горловину, во внутреннюю резьбу которой ввёрнут вентиль. Наружная резьба горловины предназначена для навёртывания защитного колпака. Емкость баллона 40 дм³. Газ поставляется под давлением $15 \pm 0,5$ МПа.

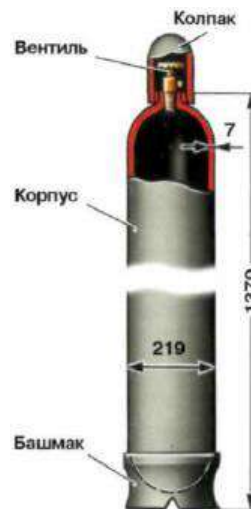


Рис. 5. Баллон.

Рукава (шланги) – гибкие трубопроводы из вулканизированной резины, армированные льняной тканью.

Служат для объединения газового оборудования в единую систему.

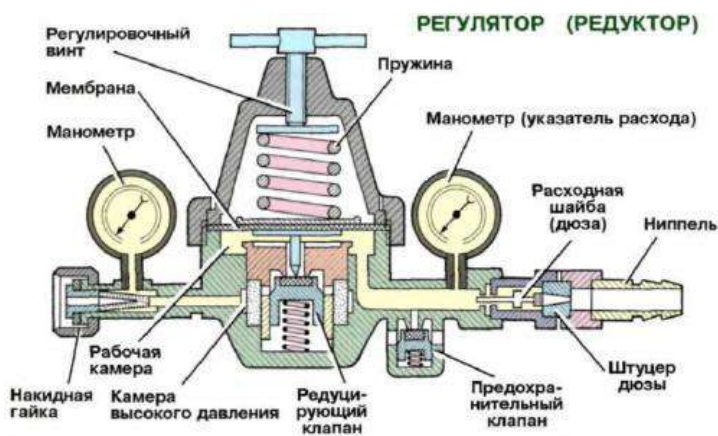


Рис. 6. Регулятор (редуктор).

Регулятор или редуктор (рис. 6) предназначен для понижения давления газа, поступающего из баллона, и автоматического поддержания заданного расхода газа постоянным. Регулятор присоединяется к вентилю баллона с помощью накидной гайки с резьбой. Давление газа и его расход регулируют вращением регулировочного

винта. Отбор газа происходит через ниппель, к которому присоединен шланг.

Ротаметры определяют расход газа в л/мин, если у редуктора нет такого указателя. Ротаметр поплавкового типа представляет собой стеклянную трубку с внутренним коническим каналом. Трубка расположена вертикально, широким концом вверх. Внутри помещён поплавок, который свободно в ней перемещается. Газ подводят к нижнему концу и отводят от верхнего. При прохождении по трубке газ поднимает поплавок, пока зазор между ним и стенкой трубки не достигнет величины, при которой напор струи газа уравнивает массу поплавка. Чем больше расход газа, тем выше поднимается поплавок. Его изготавливают из эбонита, дюралюминия, коррозионностойкой стали и т.п.

Сварочные горелки



Рис. 7. Сварочная горелка.

подачи защитного газа в зону сварки и охлаждения токоведущих частей воздухом или водой. Горелки для сварки в монтажных условиях и при пониженных температурах имеют естественное воздушное охлаждение и рассчитаны на ток до 150 А. При необходимости сварки на больших (до 500 А) токах используют горелки с водяным охлаждением, а при отрицательных температурах с антифризными жидкостями. Головка горелки типа «Агни» может поворачиваться вокруг продольной оси рукоятки на угол 180°. У некоторых моделей головка поворачивается относительно поперечной оси на



Рис. 8. Составные части горелки.

углом 110° в удобное положение. Горелки с уменьшенной высотой головки предназначены для сварки в стесненных условиях. Пост сварки комплектуется горелкой с вентилем на рукоятке для регулирования подачи защитного газа. В специальных установках используют горелки с встроенной в рукоятку кнопкой или клавишей для управления подачей газа, включением систем бесконтактного зажигания, плавного нарастания тока и др. Сопла горелок малой и средней мощности выполнены из керамики. Горелки большой мощности имеют медное сопло с внутренней рубашкой, охлаждаемой жидкостным хладагентом.

Для закрепления W-электрода откручивают тыльный колпачок, освобождая цангу. В зависимости от диаметра электрода подбирают цангу нужного размера. Вставив электрод в цангу, а цангу в корпус, фиксируют необходимое положение электрода, накрутив тыльный колпачок до отказа. В горелках с уменьшенной высотой головки цангу с электродом зажимают поворотом сопла. Керамические сопла крепятся к головке горелки па резьбе или с помощью внешней разжимной цанги (например, у горелки ЭЗР-5).

Ручная горелка для дуговой сварки в защитных газах (рис. 7) служит для жесткого фиксирования W-электрода в определенном положении, подвода к нему электрического тока,

Горелки с уменьшенной высотой головки предназначены для сварки в стесненных условиях. Пост сварки комплектуется горелкой с

вентилем на рукоятке для

Технические характеристики сварочных горелок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики сварочных горелок

Обозначение	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр W-электрода, мм	Обозначение	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр W-электрода, мм
ЭЗР-5	75	0,5; 1; 1,5	ГСН-3	70	2; 3
"Агни-22М"			ГСН-2		
ЭЗР-3			ГР-4		
"Агни-18М"			"Агни-15"		
"Агни-16М"			"Агни-15У"		
"Агни-03/04"			"Агни-07М"		
"Агни-03/07М"			"Агни-13М"		
"Агни-03М"			"Агни-17М"		
"Агни-12М"			ГР-6		
"Агни-14"			ГСН-1		
ГДС-80Е	80	0,6; 1; 1,5; 2	ГР-10	500	5; 6; 8; 10
ГДС-200			ГДС-500В		

Источники питания

Основная особенность источников питания при ручной сварке W-электродом в защитных газах – наличие крутопадающей внешней статической характеристики. Она обеспечивает стабильность сварочного тока при изменениях длины дуги и устойчивость процесса сварки. Используют источники питания с высоким напряжением холостого хода, в 4-6 раз превышающим напряжение на дуге. В качестве источников переменного тока могут применяться трансформаторы для ручной дуговой сварки.

Глубина проплавления весьма чувствительна к колебаниям тока при изменениях напряжения питающей сети. Степень стабилизации тока должна быть не менее 5 %. Источники питания должны обладать широким диапазоном регулирования сварочного тока, так как при заварке кратера необходимо плавное снижение тока в 2,5-3 раза. Поэтому источники со ступенчатым или механическим регулированием тока малоэффективны. Все источники для этого вида сварки содержат специальное устройство для заварки кратера. В специальных установках (типа УПС), кроме того, обеспечивается плавное нарастание сварочного тока в начале сварки, что исключает разрушение и перенос в шов частиц электрода из-за бросков тока при зажигании дуги касанием об изделие.

В качестве источников постоянного тока можно использовать универсальные сварочные выпрямители ВДУ (рис 9). Они работают с принудительным воздушным охлаждением, имеют крутопадающие внешние статистические



Рис. 9. Сварочный выпрямитель ВДУ.

характеристики, обеспечивают плавное дистанционное регулирование режима сварки, стабилизацию сварочного тока при колебаниях напряжения в питающей сети.

Источники сварочного тока современных установок поддерживают режимы сварки импульсной дугой. Время импульса и паузы изменяется от 0,01 до 1-3 с, а глубина модуля в 10-12 раз.

Источники серии ВСВУ служат для ручной и автоматической сварки. Они обеспечивают работу в непрерывном и импульсном режимах; автоматическое, плавное и регулируемое нарастание тока в начале процесса сварки – от минимального значения до заданного; плавное регулирование тока дежурной дуги в импульсном режиме от 2 до 3% номинального сварочного тока; модулирование формы импульса от прямоугольной до треугольной; плавное снижение тока при заварке кратера; стабилизацию режима сварки в пределах 2,5% при изменениях напряжения сети до 10%. Напряжение холостого хода имеет два значения: 100В для сварки в аргоне и 200В в гелии. Для бесконтактного возбуждения дуги в приборах ВСВУ установлен осциллятор последовательного включения.

Специализированный источник ТИР-300Д предназначен для сварки в среде аргона постоянным или переменным током прямоугольной формы. Аппарат пригоден для сварки любых металлов. Регулирование сварочного тока – ступенчато-плавное. Сварочная дуга обладает высокой стабильностью горения как в установившемся, так и в переходных режимах. При возбуждении дуги касанием об изделие или при помощи осциллятора ток дуги плавно увеличивается с 5А до указанной величины за 0,4 с. При гашении дуги ток снижается по линейному закону, обеспечивая заварку кратера.

Технические характеристики сварочных источников представлены в таблице 2.

Марка	Сварочный ток, А		Напряжение, В		КПД	Габариты, мм	Масса, кг
	номинальный ПН=60%	пределы регулирования	номинальное	холостого хода			
ВДУ-504	500	70-500	45	72-76	82	1275x816x940	385
ВДУ-505	500	50-500	22-46	85	84	800x700x920	300
ВДУ-506	500	50-500	22-46	85	-	820x620x1100	310
ВСВУ-160	160	5-180	30	100	-	520x700x1195	240
ВСВУ-315	315	8-350	30	100/200	-	520x700x1195	360
ВСВУ-630	630	10-700	30	100/200	-	520x850x1250	480
ТИР-300 Д	300	10-300	30	65	75	1230x620x1000	480
ТИР-315	315	20-315	30	65	75	1230x620x1000	320

Таблица 2

Так же эффективны инверторные источники питания дуги. Источник ДС 200 А.3 предназначен для сварки в непрерывном и импульсном режимах



Рис. 10. Источник ДС 200 АУ.3

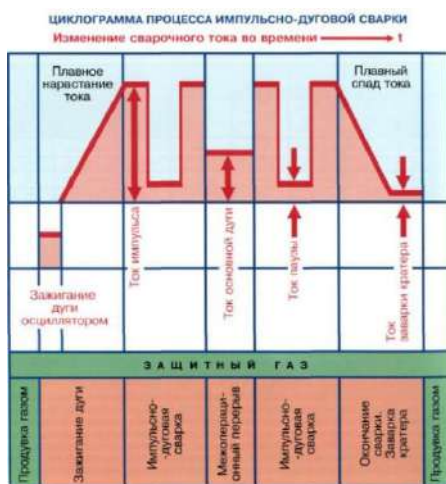


Рис. 11. Циклограмма процесса импульсно-дуговой сварки

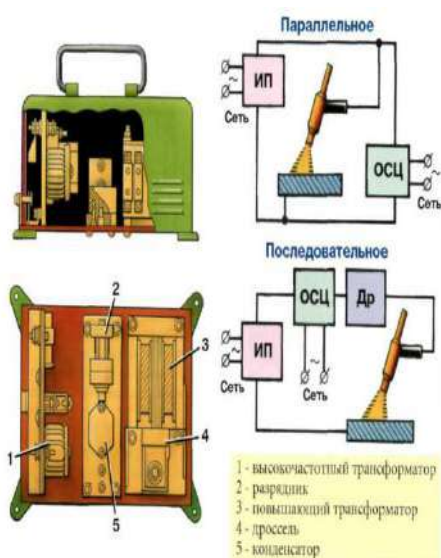


Рис. 12. Устройство осциллятора.

сталей, цветных металлов и их сплавов. Он обеспечивает режим контактного и бесконтактного зажигания дуги на малом токе; регулируемое время нарастания и спада тока после окончания сварки, а также регулировку тока зажигания. Предусмотрен продув газа перед началом сварки и обдув сварочной ванны после окончания. Плавные нарастания и спад сварочного тока позволяют получить качественный шов. Пульсирующий режим предназначен для управления процессами тепловложения и кристаллизации сварочной ванны.

Источник ДС 200 АУ.3 (рис. 10) служит для сварки не только сталей и цветных металлов, но и алюминия и его сплавов. Для этого предусмотрен режим работы на переменном токе с регулировкой амплитуды, частоты и доли сварочного тока положительного и отрицательного импульсов. Это позволяет повысить очищающую способность сварочной дуги, необходимую для разрушения окисной пленки. Источник так же обеспечивает режим контактного и бесконтактного зажигания дуги, плавное нарастание и уменьшение тока в начале и при окончании сварки, продувку газом перед началом сварки и обдув сварочной ванны после сварки.

Специализированные установки снабжены автоматическими системами управления сварочными режимами и коммутационной аппаратурой. Установка УДГ-161 предназначена для сварки коррозионностойких сталей постоянным током. Защитный газ подается за 1-2 с до начала сварки и прекращается через 10 с после её окончания. Дистанционный пульт управления позволяет с расстояния до 10 м регулировать режим сварки, изменять время заварки кратера, управлять газовым клапаном и встроенным осциллятором. Установка УДГ-501-1 предназначена для сварки переменным током алюминия и его сплавов. У этого аппарата две ступени плавного регулирования сварочного тока. Время

заварки кратера от 0 до 30 с, после чего ток автоматически отключается.

Осциллятор предназначен для бесконтактного зажигания дуги, поддержания устойчивого процесса дугового разряда при сварке на переменном токе. Принцип его действия заключается в пробивании дугового промежутка высоковольтным (до 3-8 кВ) и высокочастотным (до 300 кГц) электрическим разрядом. Осциллятор состоит из повышающего трансформатора и колебательного контура. По схеме подключения осцилляторы подразделяются на устройства последовательного и параллельного соединения (рис. 12). Технические характеристики осцилляторов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Марка	Напряжение, В		Номинальная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
	питающей сети	холостого хода			
ОСПЗ-2М-1	220	8000	0,02	250x176x110	4
ОСПЗ-300М	220	5000	0,04	290x225x150	7
ОСПЗ-2М	220	6000	0,044	250x170x110	6
ОСЦВ-2	220	2300	0,08	300x215x236	10
МЗ	65,40	2500	0,08	350x240x290	15
ОС1	65	2500	0,13	315x215x260	15

Балластный реостат (рис. 13) служит для формирования крутопадающей характеристики источника питания, ступенчатого регулирования сварочного тока и компенсации постоянной составляющей сварочного тока при работе от трансформатора.

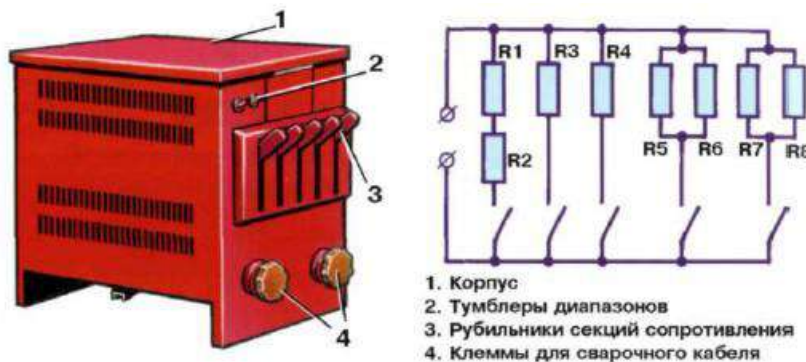


Рис. 13. Вид и схема балластного реостата.

Состоит из набора нихромовых лент или проволок, соединенных параллельно в электрическую схему. Каждая секция подключается к работе рубильником. Балластные реостаты позволяют дискретно, подбором нужного числа работающих секций, выбрать оптимальный режим сварки и регулировать его через 5-10 А. Эти устройства подключают в сварочную цепь последовательно источнику.

Некоторые балластные реостаты при токе 225А могут перегреваться, поэтому необходимо включать в цепь дуги два или более реостатов

последовательно. Если ток меньше, сопротивление балластных реостатов следует увеличить. При сварке на переменном токе алюминия регулировать режим балластным реостатом допустимо лишь в незначительных пределах (до 20%), так как полностью компенсировать постоянную составляющую тока не удаётся. Полная же компенсация достигается в специальных устройствах типа УДАР, УДГ, УДГУ, где постоянную составляющую гасят специальные батареи конденсаторов. Технические характеристики приведены в таблице 4.

Таблица 4

Марка	Сварочный ток, А		Габариты, мм	Масса, кг
	номинальный	пределы регулирования		
РБ-201	200	10-200	550x355x635	30
РБ-300	300	10-300	550x370x700	38
РБ-301	300	10-300	580x410x635	35
РБ-302	315	10-315	560x490x370	27
РБ-306	315	6-315	625x370x494	26
РБ-501	500	10-500	580x465x635	40

Контрольные вопросы

1. Какая полезная площадь сварочной кабины?
2. Какое газовое оборудование необходимо для сварки в среде аргона?
3. Какая ёмкость баллона с аргоном?
4. Из чего состоят сварочные горелки?
5. Назовите основные типы источников питания для сварки в среде аргона.
6. Принцип работы балластного реостата?

3.1.3 Присадочные материалы

Для TIG-сварки используется очень широкий ассортимент расходных сварочных материалов, которые обычно называют «сварочные присадки», они поставляются в виде проволок сплошного сечения, которые подаются в расплавленную сварочную ванну без прохождения по ним сварочного тока. Сварочные присадочные материалы можно разделить по их типам на:

- нелегированные и низколегированные стали
- высоколегированные стали
- алюминий и его сплавы
- магний и его сплавы
- медь и ее сплавы
- никель и его сплавы
- специальные сплавы, например, на основе титана, циркония или молибдена

В случае сварки специальных сплавов, для которых соответствующий присадочный материал для TIG-сварки очень трудно найти в продаже или даже заказать, проволоку можно заменить на полосы, вырезанные из основного металла. Также, если это позволяет конструкция, присадочным материалом может служить одна из свариваемых фасонных кромок изделия

или отбортованные под сварку кромки изделия, которые, расплавляясь, образуют сварной шов.

Обычно TIG-сварка предусматривает применение присадочных материалов. Однако, относительно часто можно столкнуться с ситуацией, когда сварку ряда марок высоколегированных сталей выполняют без присадок, только оплавлением кромок изделия. На углеродистых сталях сварка без присадки практически не применяется из-за высокого риска образования пор. Их появления можно избежать за счет использования проволок с повышенным содержанием кремния (Si). Кремний снижает коэффициент поверхностного натяжения расплавленной ванны, благодаря чему растворенные в ней газы легче покидают шов через ее поверхность.

Необходимо помнить, что получить шов без пор можно только на стали спокойной выплавки.

Химический состав присадочной проволоки должен быть таковым, чтобы при сварке не образовывались поры. Например, при газовой сварке пламя обладает раскисляющими свойствами, в то время как при TIG-сварке такого эффекта нет. Этим объясняется, почему присадочные материалы для газокислородной сварки нельзя использовать для TIG-сварки. Защитный газ предохраняет расплавленную ванну только от воздействия окружающей атмосферы. Оксиды, находящиеся на поверхности металла, должны поглощаться элементами раскислителями, входящими в состав присадочного материала, в данном случае кремнием (Si) и марганцем (Mn). Следы этих раскислительных процессов можно наблюдать в виде небольших островков шлака на поверхности сварного шва.

В общем, присадочный материал следует выбирать с тем же химическим составом, что и основной металл. На практике, т.к. металл присадки перемешивается с основным металлом, сварочный материал выбирается аналогичным основному или более высокого легирования.

Лучше использовать присадочный материал более высокого легирования, чем не долегируемый.

Чем толще металл свариваемого изделия, тем большего диаметра требуется присадка, чтобы быстрее заполнялся стык. Тем не менее, очень важно, чтобы сварочная проволока не соприкасалась с вольфрамовым электродом. Однако, не всегда можно точно сказать какой диаметр подходит лучше, поэтому, для каждого конкретного случая лучше выполнить сварку контрольного образца.

Присадочная проволока должна быть чистой. Ее следует хранить в запечатанной упаковке в сухом не запыленном месте, а этикетка должна иметь четкую маркировку. Чтобы избежать дефектов сварки, проволока должна храниться вдали от источников масла, жира, пыли и влаги.

После остановки сварки, кончик проволоки рекомендуется откусить, чтобы предупредить попадание окислов в сварочную ванну.

Угол, под которым проволока вводится в сварочную ванну, влияет на процесс формирования шва. Чем больше угол, тем выше усиление обратного валика корня шва. В то же время, правильно выдержать более острый

технически сложнее.

Для начала угол можно установить в пределах 15-30°. В процессе сварки этот угол можно изменять, а также его нужно периодически проверять, чтобы проволока не подавалась мимо ванны.

Контрольные вопросы

1. Что главное при выборе присадочного материала?
2. Содержание, какого химического элемента в присадочной проволоке позволяет снизить образование пор?
3. Какие условия хранения присадочного материала?

3.1.4 Подготовка заготовок под сварку

Подготовка металла под аргонодуговую сварку во многом предопределяет качество сварных соединений, а вместе с этим и их надежность. Она состоит из подготовки основного металла и присадочного материала. Подготовка основного металла включает в себя правку, разметку, резку, подготовку и обработку кромок и сборку. Подготовка и обработка кромок основного металла зависит от марки свариваемого металла и назначения конструкции, каждый металл требует особого подхода.

Низкоуглеродистые и легированные стали готовятся под аргонодуговую сварку по следующей технологии:

- торцы листов или труб обрезают на механических станках; при использовании термической резки, как правило, торцы листов или труб дополнительно обрабатывают шлиф машинками или напильниками;
- кромки тщательно зачищают от грязи, ржавчины и жиров;
- перед сваркой кромки промывают спиртом, ацетоном или бензином.

Перед аргонодуговой сваркой никеля и его сплавов кромки и прилегающие к ним участки металла на расстоянии 20-30мм тщательно зачищаются до металлического блеска и обезжиривают Уайт спиритом, ацетоном или чистым бензином.

Алюминий и его сплавы вначале травят, промывают, осветляют, а затем снова промывают и сушат до полного удаления влаги. Медь и ее сплав перед сваркой очищают вначале от жиров, а затем промывают ацетоном. Детали из титана и его сплавов перед началом сборочных работ очищают от загрязнений металлической щеткой и обезжиривают этиловым спиртом или ацетоном.

Обязательным условием перед аргонодуговой сваркой для всех без исключения металлов и сплавов является постоянная величина зазора между состыкованными кромками и одинаковое по размеру притупление кромок по всей длине соединения.

Контрольные вопросы

1. Что включает в себя подготовка основного металла?
2. Для чего заготовки очищают от ржавчины?
3. Для чего при сборке выдерживают постоянную величину зазора?

3.1.5 Требования техники безопасности перед началом работ

При сварке на работающего воздействует целый ряд негативных факторов. Это вредные газообразные выбросы, облучение сварочной дугой, вдыхание пыли и др. Также возможно поражение электрическим током. По каждому из вредных факторов, действующих на сварщика, должны быть приняты соответствующие меры безопасности.

Сварочная дуга — источник чрезвычайно ярких световых лучей. Даже при их кратковременном воздействии возможны ожоги сетчатки глаз. Кроме того, ультрафиолетовое излучение сварной дуги может быть причиной ожога слизистой оболочки глаз, кожи. При сварочных работах обязательно должны применяться защитные стекла, которые обеспечивают поглощение вредного излучения. Для сварщика следует выбирать более темные защитные стекла, а для его помощника — более светлые. Защитные стекла покрывают снаружи слоем простого стекла, чтобы предохранить их от порчи брызгами расплавленного металла. Защитные щитки изготавливаются из фибры или фанеры и должны полностью защищать лицо и голову сварщика. Если сварка производится в людном месте, то желательно оградить участок работ забором или щитами.

Все источники питания вне зависимости от используемого напряжения должны иметь автоматические устройства, отключающие их в течение 1/2 секунд в случае обрыва дуги. Для уменьшения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила:

- ремонт электросварочной аппаратуры и оборудования должен проводиться только специалистом;
- при производстве работ следует пользоваться переносным источником света с напряжением, не превышающим 12 В;
- сварщик должен использовать диэлектрический коврик или галоши;
- корпус сварочного аппарата должен быть заземлен;
- все провода, связанные с источником тока, должны быть надежно заизолированы.

В процессе сварки часть покрытий, флюсов, сварочной проволоки переходит в газообразное состояние, а затем эти пары, конденсируясь, переходят в аэрозоль, способный поражать дыхательные пути. Наиболее опасны аэрозоли марганца (они поражают центральную нервную систему), цинка, свинца (они вызывают хроническое отравление). Кроме того, отложение пыли в легких вызывает такое профессиональное заболевание, как пневмокониоз. Таким образом, при производстве сварочных работ необходимо обеспечить достаточную местную и общую вентиляцию, а также использовать индивидуальные средства защиты (пылевой респиратор).

При транспортировке и хранении баллонов со сжатым газом нужно придерживаться мер безопасности. Нельзя бросать баллоны, устанавливать их вблизи источников огня или отопительных приборов, обогревать баллоны в зимнее время открытым пламенем.

После получения задания у руководителя работники обязаны проверить исправность и наличие инструмента и приспособлений, средств

пожаротушения, систем обще обменной вентиляции, освещение рабочего места.

Работник должен знать о том, что перед тем, как приступить к выполнению работ повышенной опасности (например, сварочных работ снаружи и внутри емкостей из-под горючих веществ, в закрытых резервуарах, колодцах различного назначения, ямах и т.п.) должен быть оформлен наряд-допуск.

Работник перед началом работы должен проверить:

- исправность электрододержателя;
- надежность изоляции рукоятки электрододержателя;
- исправность предохранительной маски с защитным стеклом и светофильтром;
- состояние изоляции проводов;
- плотность соединений контактов сварочного провода;
- наличие заземления сварочного аппарата; металлические части электросварочного трансформатора, вывод его вторичной обмотки, а также свариваемая конструкция должны быть заземлены до включения сварочного аппарата в электрическую сеть.

Работник не должен приступать к работе при следующих нарушениях требований безопасности:

- при отсутствии или неисправности защитного щитка, сварочных проводов, электрододержателя, а также средств индивидуальной защиты;
- при отсутствии или неисправности заземления корпуса сварочного трансформатора, вторичной обмотки, свариваемой детали и кожуха рубильника;
- при недостаточной освещенности рабочего места и подходов к нему;
- при отсутствии ограждений рабочих мест, расположенных на высоте 1,3 м и более, и оборудованных систем доступа к ним;
- при пожар взрывоопасных условиях;
- при отсутствии вытяжной вентиляции в случае работы в закрытых помещениях.

Обо всех обнаруженных неисправностях работники извещают непосредственного руководителя. Начало работы в этом случае допускается после устранения неисправностей и только после получения разрешения от непосредственного руководителя.

Контрольные вопросы

1. Какие вредные факторы действуют на сварщика?
2. Как защитить сварщика от вредных воздействий?
3. Какие аэрозоли наиболее опасны?
4. Может ли сварщик производить ремонт сварочного оборудования самостоятельно?
5. В каких случаях работник не должен приступать к работе?
6. Что необходимо проверить перед началом работ?

3.2 Зажигание дуги

3.2.1 Газовая защита, сварка на постоянном и переменном токе

На постоянном токе

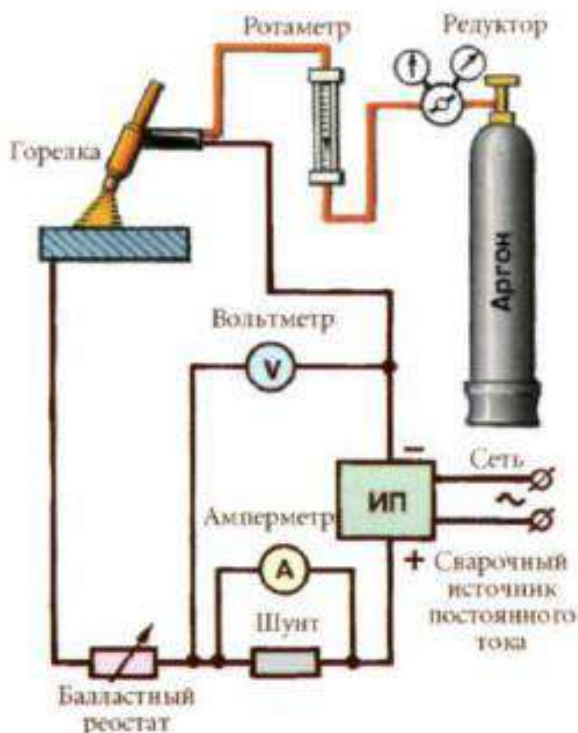


Рис. 14. Схема оборудования для сварки на постоянном токе.

При сварке на переменном токе (рис. 15) применяют сварочный трансформатор. Желательно, чтобы он имел высокое напряжение холостого хода (70-80 В). При высоких дуговых напряжениях, например, при сварке в гелии или при малых токах, напряжение холостого хода достигает 120 В. Тогда для большей безопасности применяют ограничители напряжения холостого хода. Для стабилизации горения дуги на переменном токе служит осциллятор. Удаление окиси алюминия происходит в момент, когда свариваемое изделие становится катодом и положительные ионы инертного газа с высокой энергией разрушают поверхностный слой (процесс «катодного распыления»). Осциллятор может быть использован и при сварке на постоянном токе для бесконтактного зажигания дуги, когда не

При сварке на постоянном токе (рис. 14) используют любой источник постоянного тока: сварочный преобразователь, выпрямитель, сварочный агрегат, инверторный источник или специальные источники и установки. Балластный реостат в сварочной цепи формирует крутопадающую характеристику и дискретно регулирует режим сварки. При сварке от специальных источников питания реостат не нужен. В состав поста входит и газовое оборудование: баллон с газом, редуктор, ротаметр (определяющий расход газа), газовые рукава. Есть регуляторы расхода газа, объединяющие в себе редуктор и ротаметр.

На переменном токе

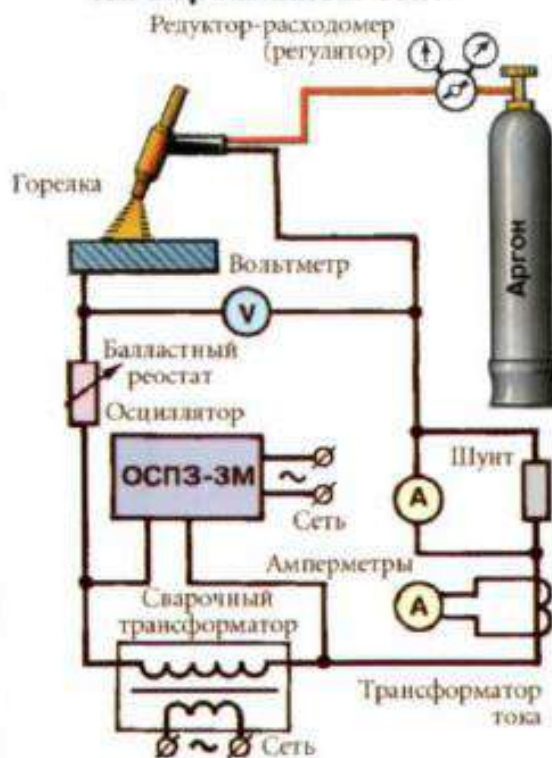


Рис. 15. Схема оборудования для сварки на переменном токе.

допускаются ожоги металла. В связи с большим различием напряжений дуг прямой и обратной полярности возникает так называемая постоянная составляющая тока, которая отрицательно влияет на сварочный процесс. При использовании источников переменного тока для компенсации постоянной составляющей тока применяют балластные реостаты.

Аргон – наиболее часто применяемый инертный газ. Тяжелее воздуха и



Рис. 16. Схема газового потока.

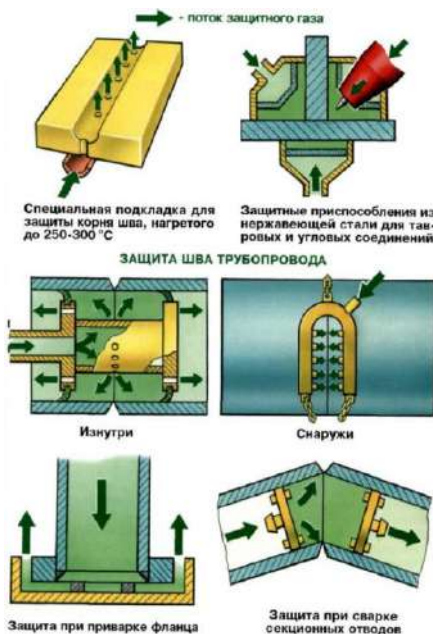


Рис. 17. Приспособления для газовой защиты.

не образует с ним взрывчатых смесей. Выпускается (ГОСТ 10157-79) двух сортов: высшего и первого. Высший рекомендуется для сварки ответственных металлоконструкций из активных и редких металлов и сплавов, цветных металлов. Аргон первого сорта применяют для сварки сталей и чистого алюминия.

Надежная защита зоны сварки – основное условие получения шва высокого качества. При дуговой сварке W-электродом чаще всего применяют местную газовую защиту – потоком газа из горелки.

Истечение газов из сопла горелки носит турбулентный характер.

Лишь только внутренняя часть газовой струи состоит из чистого защитного газа – ядра.

Длина его в 1,5-4 раза больше диаметра сопла. В периферийной же части потока защитный газ смешивается с окружающим воздухом, а скорость в любом сечении по длине потока газовой струи изменяется от первоначальной на срезе сопла до нулевой на внешней границе струи.

Защита надежна только в пределах ядра потока. Расстояние между торцом сопла горелки и свариваемой деталью должно составлять 7-15 мм. Наклон горелки углом вперед улучшает защиту зоны сварки, но при больших углах наклона горелки и повышенных скоростях истечения защитного газа возникает подсос воздуха в зону сварки.

Истечение газа по всему сечению сопла должно быть равномерным. Для этого внутри горелки устанавливаются газовые линзы, которые поддерживают ламинарный поток. При ветре или сквозняке эффективность защиты определяется жёсткостью струи газа и её

размером. Жёсткость струи зависит от рода газа и растет с увеличением скорости его истечения. Поэтому при увеличении диаметра сопла необходимо одновременно повышать расход газа. Для улучшения защиты

при сварке на ветру и на повышенных скоростях рекомендуется увеличить расход газа и диаметр сопла, а также приблизить горелку к детали. Для ограждения от ветра зону сварки закрывают малогабаритными экранами, укрепленными на детали, или переносными укрытиями.

Существуют специальные защитные приспособления для газовой защиты сварного шва в зависимости от рода работ, часть из которых представлена на рисунке 17.

Контрольные вопросы

1. Для сварки чего нужен аргон первого сорта?
2. В чём отличие сварки на постоянном и переменном токе?
3. Какова длина ядра газового потока?
4. Какое расстояние от торца горелки до основного металла наиболее эффективно?
5. Для чего нужен балластный реостат?

3.2.2 Выбор параметров режима сварки

Выбор величины сварочного тока (А)

Диаметр электрода, мм	Переменный	Постоянный прямой полярности	Постоянный обратной полярности
1-2	20-100	65-160	10-30
3	100-160	140-180	20-40
4	140-220	250-340	30-50
5	200-280	300-400	40-80
6	250-300	350-450	60-100

Выбор электрода

Металл	Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм
Цветные	1	1,5
	2	2
	4	3
	5-6	4
	7 и более	5
Углеродистые, конструкционные и легированные стали, алюминиевые сплавы	0,5	1
	1	1,5
	2	2
	3	3
	4	4
	5 и более	6

Род и полярность тока – большинство сталей и металлов сваривают на постоянном токе прямой полярности. Сварку алюминия, магния и бериллия ведут на переменном токе.

Сварочный ток определяется диаметром W-электрода, его маркой и материалом свариваемого изделия. Величина тока зависит не только от диаметра электрода и марки стали, но и от рода и полярности тока.

Напряжение на дуге зависит от ее длины. Рекомендуется вести сварку на минимально короткой дуге, что соответствует пониженным напряжениям на ней.

При повышенных напряжениях увеличивается ширина

шва, уменьшается глубина проплавления и ухудшается защита зоны сварки. Оптимальная длина дуги составляет 1,5-3 мм, что соответствует напряжению на дуге 11-14 В.

Скорость сварки определяют на глаз в зависимости от размеров и формы получаемого шва.

Расход защитного газа выбирают таким, чтобы сохранялся ламинарный поток струи газа, надежно защищающий сварочную ванну.

Расстояние между конном электрода и торцом сопла горелки – выпуск электрода – при сварке стыковых соединений должен составлять 3-5 мм, а угловых и тавровых 5-8 мм (рис. 18).

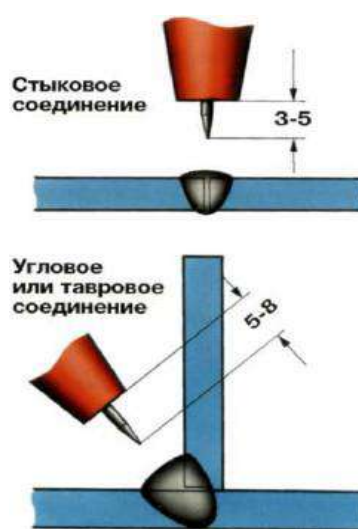


Рис. 18.

Электроды

Наиболее распространены электроды (ГОСТ 23949-80) марок:

ЭВЧ - чистый вольфрам

ЭВЛ - вольфрам с окисью лантана (1,1-1,4%)

ЗИП - вольфрам с окисью иттрия (1,5-3,5%)

ЭВТ - вольфрам с окисью тория (1,5-2%)



А - для сварки на постоянном токе
Б - на переменном

Рис. 19. Заточка W-электрода.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от марки вольфрама, величины и рода сварочного тока. Электроды ЭВЧ используют для сварки на переменном токе, а прочие для сварки на переменном и постоянном токах прямой и обратной полярности.



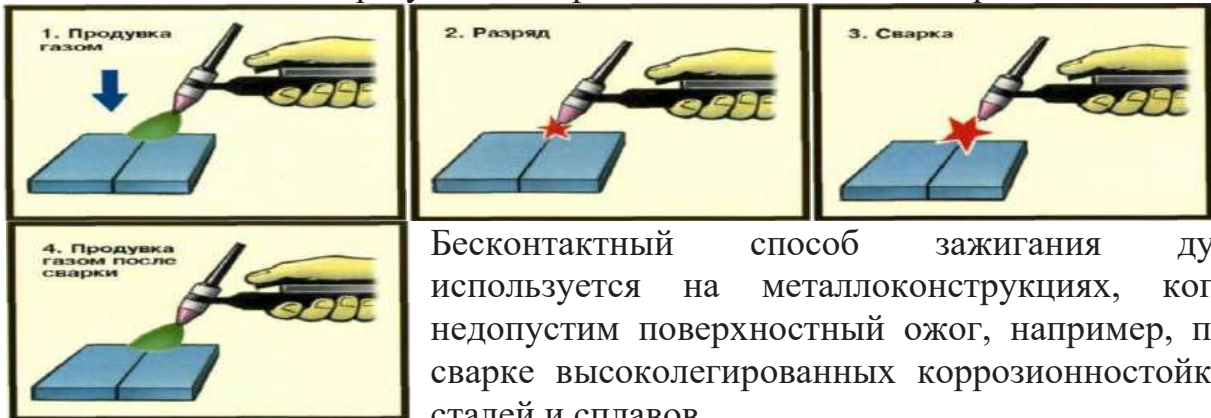
Рис. 20.

Контрольные вопросы

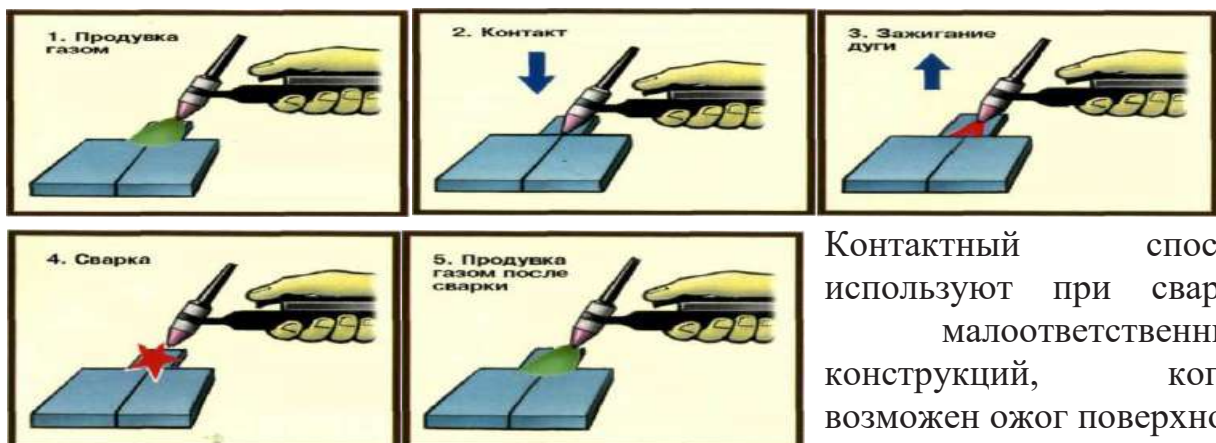
1. От чего зависит величина сварочного тока?
2. От чего зависит напряжение на дуге?
3. Какая должна быть величина выпуска электрода?
4. Для чего нужно затачивать электрод?

3.2.3 Зажигание дуги вольфрамовым электродом

Существуют два способа зажигания дуги: бесконтактный (дуга зажигается при помощи высокочастотного и высоковольтного разряда, создаваемого осциллятором) и бесконтактный (дуга между электродом и изделием возникает в результате короткого замыкания электрода на изделие).



Бесконтактный способ зажигания дуги используется на металлоконструкциях, когда недопустим поверхностный ожог, например, при сварке высоколегированных коррозионностойких сталей и сплавов.



Контактный способ используют при сварке малоответственных конструкций, когда возможен ожог поверхности дуговым разрядом.

Зажигать дугу контактным способом следует при сварочном токе, уменьшенном до 7-16 А. При сварке ответственных металлоконструкций контактное зажигание дуги и выход на режим сварки следует выполнять на угольной или медной пластине.

Движение горелкой



Рис. 21.

Совершают только одно движение – вдоль оси шва. Отсутствие поперечных колебаний приводит к тому, что шов получается более узкий, чем при сварке покрытыми электродами. Чтобы металл шва не насыщался кислородом или азотом воздуха, надо следить, чтобы конец присадочной проволоки и W-электрод постоянно находились в зоне защитного газа. Во избежание разбрызгивания металла конец проволоки подают в сварочную ванну плавно. О степени проплавления судят по форме ванны расплавленного металла. Хорошему проплавлению соответствует ванна, вытянутая в сторону направления сварки, а плохому – круглая или овальная (рис. 21).

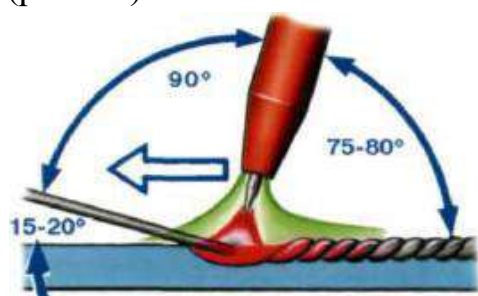


Рис. 22.

Сварку обычно выполняют справа налево. При сварке без присадочного материала электрод располагают перпендикулярно к поверхности свариваемого металла, а с присадочным материалом – под углом. Присадочный пруток перемещают впереди горелки без поперечных колебаний (рис. 22).

Движения присадочной проволокой

При наплавке валиков горизонтальных швов в нижнем положении присадочной проволоке придают два направления движения: вниз и поступательно вдоль свариваемых кромок (рис. 23). Это надо делать так,

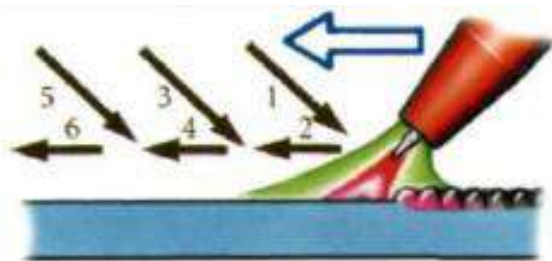


Рис. 23.

чтобы металл равными порциями поступал в сварочную ванну. Окончание сварки и заваривание кратера выполняют, уменьшая величину тока реостатом, включенным последовательно в сварочную цепь.

Не рекомендуется прекращать сварку удлинением дуги, отводя горелку.

Это ухудшает газовую защиту шва. Подачу газа выключают через 5-10 с после обрыва дуги.

Контрольные вопросы

1. Где применяют бесконтактное зажигание дуги?
2. Где применяют контактное зажигание дуги?
3. Какие движения горелкой и присадочным материалом совершает сварщик при сварке?

3.2.4 Требование техники безопасности во время работ

Во время работы работник должен быть внимательным, не отвлекаться от выполнения порученной работы.

Работнику нельзя допускать на рабочее место людей, не имеющих отношения к выполняемой работе.

Во время работы необходимо постоянно следить за тем, чтобы руки, обувь и одежда были всегда сухими, так как в противном случае может произойти электротравма.

Для защиты глаз и лица работнику во время работы необходимо обязательно пользоваться щитком со специальными защитными темными стеклами; если щиток или стекла имеют трещины, работать в нем не разрешается.

Работник должен знать о том, что аргон — это газ без цвета и запаха, химически малоактивный. При увеличении концентрации в замкнутом объеме понижает парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе.

Помещение, в котором размещены сосуды, контейнеры или рампы со сжиженным аргоном, не должно иметь технологического этажа (подвала) и углублений в покрытии пола более 0,5 м.

В процессе эксплуатации контейнера со сжиженным аргоном должны соблюдаться следующие меры безопасности:

- опорожнение контейнера должно производиться только с помощью испарителя;
- открытие и закрытие вентилей должно производиться плавно, без толчков и ударов;
- не производить подтяжку болтов и сальников на вентилях и трубопроводах, находящихся под давлением;
- отсоединение шлангов производить после полного испарения аргона;
- не допускать попадания жидкого аргона на кожу человека, так как он вызывает тяжелое обморожение;
- при отсоединении шлангов нельзя стоять напротив, так как возможен выброс из шланга газообразного или капельного аргона.

Место производства электросварочных работ, а также нижерасположенные рабочие места должны быть освобождены от горючих материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и установок — 10 м.

При выполнении электросварочных работ вне помещения (во время дождя или снегопада) над рабочим местом работника и местом нахождения сварочного аппарата должен быть установлен навес.

В качестве источника сварочного тока должен применяться только

специально для этого предназначенный сварочный трансформатор.

Питание электросварочной дуги непосредственно от силовой, осветительной или контактной электрической сети не допускается.

Напряжение первичной цепи электросварочной установки должно быть не выше 660 В, эта цепь должна содержать коммутационный (отключающий) и защитный электрические аппараты.

Присоединять и отсоединять от сети электросварочное оборудование, а также наблюдать за его состоянием в процессе эксплуатации должен электротехнический персонал предприятия; работнику запрещается выполнять эти работы.

Включение в сеть электросварочного оборудования (трансформатора или генератора) должно производиться с помощью рубильника.

В случае применения передвижной сварочной установки должен быть предусмотрен рубильник закрытого типа, блокированный с зажимами, специально предназначенными для подключения сварочного агрегата; блокировка должна исключать возможность присоединения проводов от агрегата к зажимам, когда последние находятся под напряжением.

Сварка должна осуществляться с применением двух проводов, один из которых должен быть присоединен к электрододержателю, а другой (обратный) — к свариваемой детали; при этом запрещается использовать в качестве обратного провода сети заземления металлические конструкции зданий, технологическое оборудование, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, газопровод и т.п.).

Сварочные провода должны соединяться способом горячей пайки, сварки или при помощи соединительных муфт с изолирующей оболочкой; при этом места соединений должны быть заизолированы; соединение сварочных проводов методом скрутки не допускается; подключение кабелей к сварочному оборудованию должно осуществляться при помощи опрессованных или припаянных кабельных наконечников.

Сварочные провода должны быть проложены таким образом, чтобы их не могли повредить машины и механизмы; запрещается прокладка проводов рядом с газосварочными шлангами и трубопроводами; расстояние между сварочным проводом и трубопроводом кислорода должно быть не менее 0,5 м, а трубопроводом ацетиленом и других горючих газов — 1 м; при прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускается: повреждение изоляции, соприкосновение проводов с водой, маслом, стальными канатами, шлангами и трубопроводами с горючими газами, с кислородом, с горячими трубопроводами.

Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом не должна превышать 10 м; провода должны иметь защиту от механических повреждений; применение электросварочных проводов с поврежденной оплеткой и изоляцией запрещается.

Напряжение холостого хода сварочного трансформатора на 350 А и более не должно превышать 70 В, а трансформатора на 100 А — 75 В; схема включения нескольких источников сварочного тока при работе их на одну

сварочную дугу должна исключать возможность возникновения между изделием и электродом напряжения, превышающего наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

Электрододержатель должен отвечать следующим требованиям: допускать быструю смену электродов без прикосновения к токоведущим частям; давать малую длину остающегося огарка; иметь хорошую изоляцию, а также простое и надежное соединение со сварочным проводом; быть легким и удобным; рукоятка электрододержателя должна быть изготовлена из диэлектрического и теплоизолирующего материала.

Перед сваркой работник должен убедиться, что кромки свариваемых деталей и прилегающая к ним зона (20-30 мм) очищены от ржавчины, шлака и т.п.; при зачистке кромок следует пользоваться защитными очками.

Свариваемые детали до начала сварки должны быть надежно закреплены.

Электросварочные работы на высоте должны выполняться с лесов или подмостей с ограждениями; запрещается производить электросварочные работы с приставных лестниц.

Ёмкости, в которых находились горючие жидкости или кислоты, до начала электросварочных работ должны быть очищены, промыты, просушены с целью устранения опасной концентрации вредных веществ.

Запрещается производить сварочные работы на сосудах, находящихся под давлением.

При выполнении электросварочных работ в закрытых емкостях или полостях конструкций работник обязан выполнять следующие требования безопасности:

- рабочее место должно быть обеспечено вытяжной вентиляцией, а в особых случаях сварку следует производить в шланговом противогазе;
- следует применять освещение напряжением не выше 12 В, устанавливая трансформатор вне емкости;
- работы необходимо осуществлять с применением предохранительного пояса с креплением его к веревке, другой конец которой должен держать страхующий снаружи ёмкости работник;
- электросварочный аппарат должен иметь электрическую блокировку, обеспечивающую автоматическое отключение напряжения холостого хода или ограничение его до напряжения 12В с выдержкой времени не более 0,5 секунды;
- работник при работе должен пользоваться диэлектрическими перчатками, галошами, ковриком, а также изолирующим шлемом.

При работе в одном месте нескольких электросварщиков их рабочие места должны быть ограждены светонепроницаемыми щитами из несгораемого материала.

Запрещается одновременная работа электросварщика и газосварщика (газорезчика) внутри закрытой емкости или резервуара.

Во время перерывов в работе работнику запрещается оставлять на рабочем месте электрододержатель, находящийся под напряжением;

сварочный аппарат при этом необходимо отключить, а электрододержатель закрепить на специальной подставке или подвеске.

Сварочные швы от шлака и окалины следует очищать металлической щеткой, надев защитные очки.

Сваривать или резать металл на весу не разрешается.

Запрещается работать у не огражденных или не закрытых люков, проемов, колодцев и т.п.

Контрольные вопросы

1. Может ли сварщик самостоятельно отключать или подключать оборудование к сети?
2. Какая максимальная длина кабеля при работе от передвижного сварочного агрегата?
3. Как должны быть проложены сварочные провода?
4. Как должны соединяться сварочные провода?
5. Можно ли в качестве заземления использовать металлоконструкцию здания?
6. Можно ли сваривать детали находясь на приставной лестнице?

3.3 Сварка простых деталей

3.3.1 Сварка в различных пространственных положениях

Сварка тавровых, угловых и нахлесточных швов.

Горизонтальные швы выполняют справа налево «от себя» и «на себя». Слева направо вести сварку неудобно. W-электрод направляют точно в угол. Присадочную проволоку подают впереди горелки, колебательных движений горелкой и проволокой не совершают.

Сварка стыковых швов в потолочном положении.

Горелку подносят к поверхности металла, зажигают дугу, а затем устанавливают горелку под углом к свариваемой детали.

В зону горения дуги подают присадочную проволоку, но не расплавляют её, пока не образуется сварочная ванна расплавленного металла.

После образования сварочной ванны вводят конец присадочной проволоки в зону плавления.

Расплавляют конец проволоки так, чтобы под давлением сварочной дуги расплавленный металл попадал в сварочную ванну.

По мере плавления присадочной проволоки формируют сварной шов, для чего горелку перемещают вдоль соединения и снова подают присадочную проволоку в зону плавления.

Поперечных движений горелкой не совершают. Сварку лучше вести «на себя», так как при этом хорошо обзревается ванна.

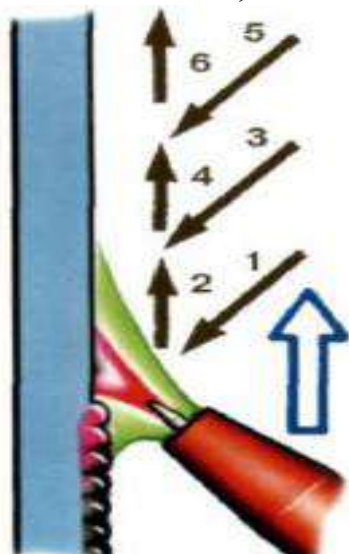


Рис. 24.

Сварка стыковых швов в вертикальном положении.

Без присадочной проволоки сваривают корневые швы толстых листов металла с разделкой кромок. Металла кромок достаточно для формирования шва. Стыковые соединения листов тонкого металла сваривают с присадочной проволокой, так как металла для формирования шва не хватает. Горелку располагают под углом к свариваемому изделию и перемещают ее поступательно без поперечных колебаний, а присадочную проволоку подают по траектории 1-6 (рис. 24).

Контрольные вопросы

1. Как выполняют горизонтальные швы?
2. Что можно сварить без присадочной проволоки?
3. Как ведут сварку потолочного шва?

3.3.2 Технология сварки алюминия, титана, меди и их сплавов, углеродистых, конструкционных и коррозионностойких сталей в среде аргона.

Технология сварки углеродистых и низколегированных сталей

Температура плавления углеродистой стали составляет 1535°C.

Наиболее часто аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом сваривают стали, используемые в теплоэнергетике (Таблица 5).

Таблица 5

Углеродистые и низколегированные стали

Марка стали	Свариваемость	Технологические особенности сварки	Защитка кромок до металлического блеска
Сталь 10, Сталь 20, 15ГС	Хорошая	Присадок Св-08Г2С, Св-08ГС	
12МХ, 15ХМ		Присадок Св-08НХ, Св-08ХМ	
15Г2С	Удовлетворительная	Присадок Св-08Г2С, Св-08ГС	
12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 12Х2М1, 12Х2МФСР, 12Х2МФБ		Присадок Св-08ХМФА, Св-08ХГСМФА	

Основная трудность при сварке – трудно избежать образования пор из-за недостаточного раскисления основного металла. Средством борьбы с порообразованием служит снижение доли основного металла в наплавленном металле шва.

Подготовка к сварке

Для разделки сталей, а также подготовки кромок используют газовую, плазменную или воздушно-дуговую резку. После неё участки нагрева металла зачищают резцовым или абразивным инструментом до удаления следов термообработки.

Непосредственно перед сборкой стыка кромки зачищают на ширину 20 мм до металлического блеска и обезжиривают. Стыки собирают в сборочных кондукторах либо с помощью прихваток, которые выполняют с полным проваром и их переплавкой при наложении основного шва. Прихватки с недопустимыми дефектами следует

Высота прихваток, мм 2-3 3-4
 Толщина кромок
 свариваемых изделий, мм до 10 св.10

1-5 — очередность
 установки прихваток
 А, Б — выводные
 планки для начала
 и окончания сварки

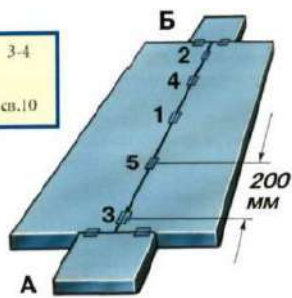


Рис. 25. Расположение

удалять механическим способом. На потолочные участки шва прихватки накладывать не рекомендуется, поскольку там они труднее поддаются переплавке при выполнении основного шва. На сталях 10 и 20 прихватки выполняют только с помощью присадочной проволоки. Ее поверхность должна быть чистой, без окалины, ржавчины

и грязи. Очищать проволоку можно как механическим способом, так и химическим травлением в 5%-ном растворе соляной кислоты.

Выбор параметров режима сварки

Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности. Сварочный ток назначают: при однопроходной сварке – в зависимости от толщины конструкции, а при многопроходной – исходя из высоты шва. Высота шва (валика) при ручной аргонодуговой сварке должна составлять 2-2,5 мм. Ориентировочно сварочный ток выбирают из расчета 30-35 А на 1 мм диаметра вольфрамового электрода.

Напряжение на дуге должно быть минимально возможным, что соответствует сварке короткой дугой.

Скорость сварки выбирают с учетом гарантированного проплавления кромок и формирования требуемой выпуклости сварного шва.

Техника сварки

При выполнении первого (корневого) шва возможна сварка без присадочной проволоки, но при этом все прихватки должны быть проплавлены. Нельзя сваривать без присадочной проволоки конструкционные углеродистые стали марок 10 и 20, так как в металле шва могут появиться поры. Сварку ведут углом вперед. Присадочную проволоку подают навстречу движению горелки, причем угол между ними должен составлять 90°. Следует избегать резких движений проволокой – они приведут к разбрызгиванию присадочного металла или окислению конца проволоки.

Присадок должен всегда находиться в зоне защиты аргоном.

Корневой шов сваривают без поперечных колебаний. При наложении последующих слоев горелкой совершают колебательные движения, амплитуда которых зависит от формы разделки кромок.

Кратер шва при отсутствии системы плавного снижения сварочного тока заваривают путем введения в кратер капли присадочного металла, одновременно плавно увеличивая дугу до её естественного обрыва. Газовую защиту убирают, отводя горелку через 10-15с после обрыва дуги.

Технология сварки высоколегированных (нержавеющих) и жаропрочных сталей и сплавов

Температура плавления стали типа 18-8 составляет 1475°С. Такие стали широко применяются в пищевой, химической, авиационно-космической,

электротехнической промышленности.

Трудности при сварке: защитный газ необходимо предварительно просушить или добавить к нему 2-5% кислорода (это обеспечит плотность шва). Нужно поддерживать самую короткую дугу и добиваться получения шва с низким коэффициентом формы (отношением ширины шва к его толщине), иначе в металле шва и околошовной зоне появятся горячие (кристаллизационные) трещины. После сварки металл должен как можно быстрее остыть, для этого используют медные, охлаждаемые водой, подкладки; промежуточное остывание слоев; охлаждение швов водой. Это повысит коррозионную стойкость сварного соединения.

Подготовка к сварке: кромки стыкуемых деталей из высоколегированных сталей лучше подготавливать механическим способом.

Однако допускаются плазменная, электродуговая, газоплюсовая или воздушно-дуговая резка. При огневых способах резки обязательна механическая обработка кромок на глубину 2-3 мм.

Снимать фаску для получения скоса кромки можно только механическим способом (рис. 26). Перед сборкой свариваемые кромки защищают от окалины и загрязнений на ширину не менее 20 мм снаружи и изнутри, после чего обезжиривают.

**КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗМЕРЫ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ПРИ СВАРКЕ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ**

Подготовка кромок и вид собранного стыка	S, мм	b, мм	C, мм	α , град.
	1-1,5 2-3	$1_{-0,5}$ $1_{+0,5}$	—	—
	4-5 6-7	$1 \pm 0,5$ $1 \pm 0,5$	$1 \pm 0,5$ $1,5 \pm 0,5$	$45 \pm 2^\circ$
	8-10 10-12 12-16	$1 \pm 0,5$ $1,5 \pm 0,5$ $2,5 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,5$	$30 \pm 3^\circ$

Рис. 26.

Сборку стыков выполняют либо в инвентарных приспособлениях, либо с помощью прихваток. При этом необходимо учесть возможную усадку металла шва в процессе сварки. Ставить прихватки в местах пересечения швов нельзя. К качеству прихваток предъявляются те же требования, что и к основному сварному шву. Прихватки с недопустимыми дефектами (горячие трещины, поры и т.д.) следует удалить механическим способом.

Основные рекомендации в выборе параметров режима сварки те же, что при сварке углеродистых и низколегированных сталей. Главная особенность сварки высоколегированных сталей – минимизация погонной энергии, вводимой в основной металл. Это достигается соблюдением следующих условий: короткая сварочная дуга; отсутствие поперечных колебаний горелки; максимально допустимая скорость сварки без перерывов и повторного нагрева одного и того же участка; минимально возможные

токовые режимы.

Техника сварки

Основное правило: поддерживать короткую дугу, поскольку при этом расплавленный металл лучше защищен газом от воздуха. При сварке в аргоне W-электродом подавать присадочную проволоку в зону горения дуги следует равномерно, чтобы не допускать брызг расплавленного металла, которые, попадая на основной металл, могут вызвать очаги коррозии (рис. 27).



Рис. 27.

В начале сварки горелкой подогревают кромки и присадочную проволоку. После образования сварочной ванны выполняют сварку, равномерно перемещая горелку по стыку. Необходимо следить за глубиной проплавления, отсутствием непровара. Короткая дуга, сварка углом вперед, «ниточные» швы – все это обеспечивает получение швов с повышенной сопротивляемостью образованию горячих трещин. Значение сварочного тока уточняют при сварке пробных стыков.

Св-А1	Св-1557	Св-А97	Св-А5с	Св-АМц	
Св-АМг3	Св-АМг5	Св-АМг6	Св-АМг7	Св-АК3	
Св-АК5	Св-АК10	Св-А85Т	Св-А000	Св-1201П4	
Толщина металла, мм . . . до 1,5	1,6-3	3,1-5	5,1-10	10-15	
Рекомендуемый диаметр присадка, мм	1-2,5	2,5-3	3-4	4-6	6-8

Окисленный конец проволоки удаляют кусачками или пассатижами.

Технология сварки алюминия и его сплавов

Температура плавления алюминия 660°C, окисной пленки 2060°C.

Марки присадочной проволоки, используемой для сварки алюминия и его сплавов:

Трудности при сварке: температура плавления окисной плёнки значительно выше, чем алюминия, и она расплавляется позже. Это затрудняет формирование шва; высокая теплопроводность алюминия требует увеличения сварочного тока в 1,2-1,5 раза по сравнению, например, со сваркой стали; образуются значительные остаточные деформации, что требует специальных мер и приспособлений; окисная плёнка не растворяется в жидком алюминии, это мешает формированию шва и служит причиной появления в нём металлических включений; при нагреве алюминия и его сплавов нет явных признаков их перехода в жидкое состояние, это требует высокой квалификации сварщика (рис. 28).

Несплавление кромок алюминиевых конструкций

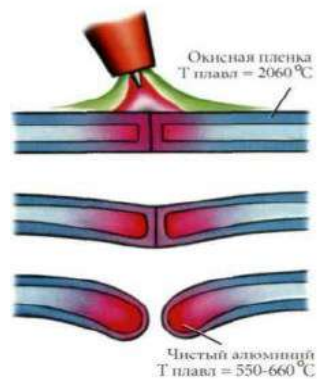


Рис. 28.

Подготовка к сварке

Резка и подготовка кромок ведутся механическим способом. На ширину 100-150 мм их обезжиривают ацетоном, авиационным бензином, уайт-спиритом или другим растворителем. Окисленную плёнку удаляют

механически или химическим травлением. При механической обработке свариваемые кромки на ширину 25-30 мм зачищают наждачной бумагой, шабером и металлической щёткой из нержавеющей проволоки. Зачистку проводят непосредственно перед сваркой.

Химическое травление проводят в течение 0,5-1 мин в реактиве, состоящем из 50 г едкого натра и 45 г фтористого натрия на 1 л воды. После травления следует промывка в проточной воде, а затем осветление в 30-35%-ном растворе азотной кислоты (для алюминия и сплавов типа АМц) или в 25%-ном растворе ортофосфорной кислоты (для сплавов типа АМг и В-95). После повторной промывки необходима сушка до полного испарения влаги.

Алюминиевую сварочную проволоку перед сваркой также обрабатывают. Сначала её обезжиривают, а затем подвергают травлению в 15%-ном растворе едкого натра в течение 5-10 мин при температуре 60-70°C. После этого промывают в холодной воде и сушат 10-30 мин при температуре 300°C.

Подготовленные к сварке материалы сохраняют свои свойства в течение 3-4 дней. Затем на поверхности вновь образуется окисная плёнка.

Выбор параметров режима сварки

Метод сварки неплавящимся электродом применяют для изделий из алюминиевых сплавов толщиной до 12 мм. При сварке металла толщиной от 1 до 6 мм применяют вольфрамовые электроды диаметром от 1 до 5 мм.

Питание дуги осуществляется от источника переменного тока с осциллятором, что помогает разрушить окисную плёнку. Напряжение холостого хода источника должно быть повышенным. Надежность газовой защиты дуги и сварочной ванны зависит от диаметра и формы сопла горелки, расстояния сопла от поверхности свариваемого изделия.

Длина выступающего из сопла W-электрода (выпуск) должна составлять при сварке стыковых соединений 1-1,5 мм, а тавровых и угловых 4-8 мм.

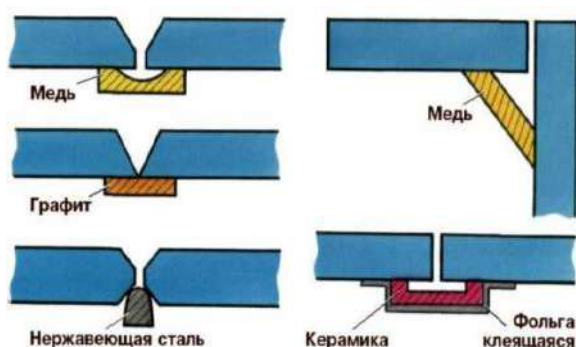


Рис. 29. Подкладки для защиты от вытекания металла из сварочной ванны.

Длину дуги поддерживают в пределах 1,5-3 мм. Скорость сварки выбирают от 8 до 12 м/ч.

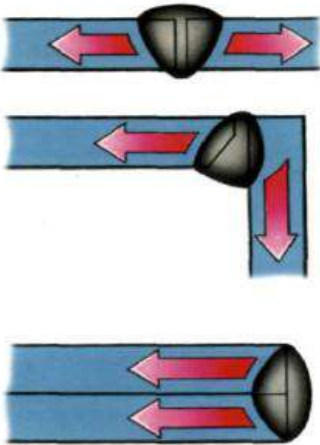
Соединения с отбортовкой кромок целесообразно применять при сварке металла толщиной 0,8-2 мм.

Техника сварки

Ручной аргодуговой сваркой W-электродом выполняют стыковые, угловые и тавровые соединения.

Конструкции толщиной до 10 мм сваривают «углом вперед», а более 10 мм – «углом назад». Угол между присадочной проволокой и горелкой должен составлять 90°. Проволоку подают короткими возвратно - поступательными движениями. Поперечные колебания W-электрода недопустимы.

Рекомендуемые соединения



Нерекомендуемые соединения

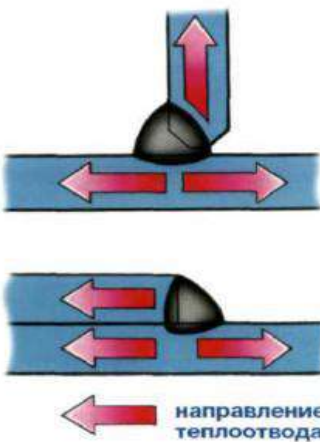


Рис. 30.

Изделия толщиной до 4 мм включительно сваривают за один проход на стальной подкладке. При толщине от 4 до 6 мм сварку выполняют с двух сторон, а при толщине 6-12 мм подготавливают кромки с V-образной или X-образной разделкой.

Подачу аргона начинают за 3-5 с до возбуждения дуги, а прекращают через 5-7 с после окончания сварки.

Чтобы снизить вероятность окисления металла шва, размеры сварочной ванны нужно выдерживать минимальными.

Технология сварки меди и её сплавов

Трудности при сварке: -высокая теплопроводность меди (в 6 раз выше, чем у железа) требует применять сварочную дугу с увеличенной тепловой мощностью и симметричным отводом тепла из зоны сварки. Рекомендуемые типы сварных соединений – стыковые и схожие с ними по характеру теплоотвода (рис. 30). Большая жидкотекучесть меди (в 2-2,5 раза выше, чем у стали) осложняет сварку вертикальных и потолочных швов. Она возможна лишь при минимальных размерах сварочной ванны и коротком времени пребывания металла в жидком состоянии. При сварке стыковых соединений в

нижнем положении с гарантированным проплавлением во избежание прожогов необходимо применять подкладки из графита, сухого асбеста, флюсовых подушек и т.п.

- активная способность поглощать при расплавлении газы (кислород и водород), приводящая к пористости шва и горячим трещинам, требует надежной защиты металла шва и сварочных материалов от загрязнений вредными примесями.

- из-за склонности меди к окислению с образованием тугоплавких окислов необходимо применять присадочный материал с раскислителями, главные из которых фосфор, кремний и марганец.

- большой коэффициент линейного расширения меди (в 1,5 раза выше, чем у стали) влечёт за собой значительные деформации и напряжения, образование горячих трещин. Устранить их можно за счёт предварительного подогрева конструкций: из меди до 250-300°C, из бронзы до 500-600°C.

Подготовка к сварке

Медь или её сплавы разрезают на мерные заготовки шлифовальной машиной, труборезами, на токарных и фрезерных станках, а также плазменно-дуговой резкой. Кромки под сварку подготавливают механическими способами. Свариваемые детали и присадочную проволоку очищают от окислов и загрязнений до металлического блеска и

обезжиривают. Кромки обрабатывают мелкой наждачной бумагой, металлическими щетками и т.д. Использовать абразивы с крупным зерном не рекомендуется. Возможно травление кромок и проволоки в растворе кислот:

75 см³ на 1 л воды азотной;

100 см³ на 1 л воды серной;

1 см³ на 1 л воды соляной,

с последующей промывкой в воде и щёлочи и сушкой горячим воздухом. Конструкции с толщиной стенки 10-15 мм предварительно подогревают газовым пламенем, рассредоточенной дугой и другими способами. Сборку стыков деталей под сварку ведут либо в приспособлениях, либо с помощью прихваток. Зазор между стыкуемыми заготовками соблюдают одинаковым на всём протяжении. Прихватки должны быть минимального сечения, чтобы в процессе сварки их можно было переплавить. Поверхность прихваток необходимо очистить и убедиться в отсутствии поверхностных горячих трещин.

Выбор параметров режима сварки

Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности. Сварочный ток (А) ориентировочно определяют по формуле: $I_{св}=100 \times S$, где S – толщина металла, мм.

Защитными газами могут быть аргон, гелий, азот и их смеси. Длина дуги в аргоне и гелии должна быть не более 3 мм. В азоте ее увеличивают до 12 мм. Поэтому возрастают напряжение на дуге и её мощность (в 3-4 раза) по сравнению со сваркой в аргоне. В гелии же мощность дуги по сравнению со сваркой в аргоне повышается вдвое.

Расход защитного газа:

аргон - 8-10 л/мин

гелий - 10-20 л/мин

азот - 15-20 л/мин

Скорость сварки выбирают из условий формирования шва с нужной геометрией. Конструкции толщиной 4-6 мм сваривают без предварительного подогрева в аргоне, а до 6-8 мм – в гелии и азоте. Для сварки металла большей толщины требуется предварительный подогрев от 200 до 300°С.

Техника сварки

Сварку в аргоне ведут «углом вперёд» при выпуске электрода 5-7мм (рис. 31). В качестве присадочной проволоки используют:

- раскислённую медь
- медно-никелевый сплав МНЖКТ-5-1-0,2-0,2
- бронзы БрКМц 3-1, Бр ОЦ 4-3
- специальные сплавы с эффективными раскислителями.

Для повышения стойкости металла шва против горячих трещин применяют сварочные проволоки:

- Бр АЖНМн 8,5-4-5-1,5

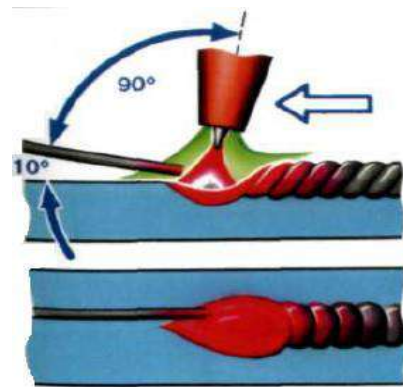


Рис. 31.

- Бр Мц АЖН 12-8-3-3
- М Мц 40

Чтобы расплавленный металл не попал на конец W-электрода, присадочную проволоку вводят не в столб дуги, а подают к краю сварочной ванны и несколько сбоку.

Бронзы

Бронзы – это сплавы меди с алюминием. Пример обозначения: бронза БрАЖМц 10-3-1,5 содержит 10% алюминия, 3% железа и 1,5% марганца. В конце обозначения некоторых марок ставится буква «Л» (литейная).

Основная трудность при сварке – повышенная жидкотекучесть бронз из-за присутствия в них окиси алюминия. Поэтому способы и технологии их сварки – те же, что для алюминия, а режимы – такие же, как для медных сплавов.

Режимы аргодуговой сварки бронзы БрОЦС-4-4-2,5

Толщина металла, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Расход аргона, л/мин
1,5	120-130	20-22	28-30	6 - 8
2	150-160	18-20	24-26	8 - 10
2,5	180-200	16-18	20-22	10 - 12

Латуни

Латуни – сплавы меди с цинком. Для улучшения свойств в них добавляют Al, Mn, Ni, Fe, Sn, Si и др. Такие латуни называют «специальными». Обозначают буквой «Л», справа от которой ставят буквенное обозначение специально вводимых элементов (кроме цинка), затем процент меди и процент специально вводимых элементов в той же последовательности, в какой указаны сами элементы. В маркировке их обозначают русскими буквами:

А – алюминий, Ж – железо, Mg – магний, B – бериллий, Н – никель, Х – хром, О – олово, Мц – марганец, Ц – цинк, С – свинец, К – кремний.

Примеры:

ЛТ96 (томпак) – медно-цинковая латунь (96% меди и 4% цинка)

Л68 – медно-цинковая латунь (68% меди и 32% цинка)

ЛАЖМц70-6-3-1 – специальная латунь (70% меди, 6% алюминия, 3% железа, 1% марганца, 20% цинка)

Трудности при сварке: в процессе сварки сильно испаряется цинк – при температуре 907°C, которая близка к температуре плавления латуни 910°C. При этом ухудшаются механические свойства сварного соединения. Чтобы снизить выгорание цинка, используют сварку на пониженной мощности дуги и присадочную проволоку с кремнием, который создает на поверхности сварочной ванны защитную окисную пленку SiO₂, препятствующую испарению цинка.

Режимы аргонодуговой сварки латуни

Толщина металла, мм	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин
	электрода	присадка		
1,5	2,5-3	1,6	120-140	8-9
2,5	2,5-3	2	190-210	9-10
3	3,5-4	3	210-220	11-12

Технология сварки титана и его сплавов

Трудности при сварке:

- высокая химическая активность металла при высокой температуре, особенно в расплавленном состоянии. Поэтому необходима надежная защита от воздуха не только сварочной ванны, но и остывающих участков шва и около шовной зоны, пока их температура не снизится до 250-300°C. Требуется защита и обратной стороны шва даже в том случае, если металл не расплавлялся, а только нагревался выше этой температуры.

- склонность титановых сплавов к росту зерна металла в нагретых до высоких температур участках. Это затрудняет выбор режима сварки – такого, при котором нагрев около шовной зоны был бы минимальным.

- высокая температура плавления титана требует применять концентрированные источники нагрева. Низкая теплопроводность титана приводит к снижению эффективности источника нагрева по сравнению со сваркой сталей.

- поры и холодные трещины сварных соединений титана возникают из-за вредных газовых примесей и водорода. Поэтому необходимо обеспечить чистоту основного металла и сварочных материалов, в том числе присадочной проволоки.

- вблизи точки плавления поверхностное натяжение титана в 1,5 раза выше, чем алюминия, что позволяет формировать корень шва на весу. Однако расплавленный металл обладает низкой вязкостью, и при некачественной сборке деталей могут образоваться прожоги.

Газовая защита сварочной ванны при сварке титана

Существуют три варианта защиты: струйная с использованием специальных приспособлений, местная в герметичных камерах малого объема и общая в камерах с контролируемой атмосферой (ВКС-1, ВУАС-1, УСБ-1).

При аргонодуговой сварке титана W-электродом следует применять сварочные горелки с возможно большим газовым соплом, создающим обширную зону защиты. Поток аргона через сопло должен быть ламинарным, что достигается газовыми линзами, установленными внутри сопла. Расход газа в зависимости от режима сварки колеблется от 8 до 20 л/мин. Если сопло горелки не гарантирует надежной защиты, то его дополняют специальной насадкой, коробом или другим приспособлением (рис. 32).

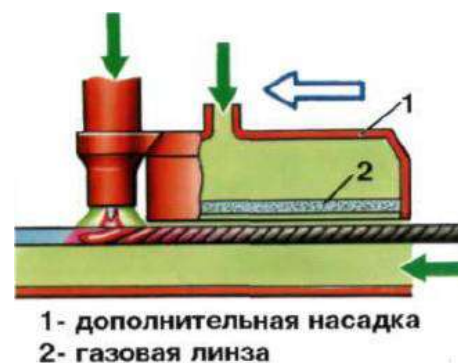


Рис. 32.

Дополнительные защитные устройства изготавливают из нержавеющей стали. Внутри имеются рассекатели и газовые линзы. Насадка, прикрепляемая к газовой горелке для защиты кристаллизующейся сварочной ванны, должна иметь ширину 40- 50 мм и длину от 60-120 мм в зависимости от режима сварки. Для сварки трубчатых конструкций, кольцевых поворотных и неповоротных стыков применяют местные или малогабаритные защитные камеры (рис. 33).



Рис. 33.

Качество защиты определяют по внешнему виду металла шва. Серебристая или соломенного цвета поверхность шва свидетельствует о хорошей защите. Желто-голубой цвет указывает на нарушение защиты, хотя в отдельных случаях такие швы считаются допустимыми. Темно-синий или синева-серый цвет с пятнами серого налета характеризует низкое качество шва.

Подготовка к сварке

Резку титана и подготовку кромок под сварку выполняют механическим способом. Для толстостенных изделий пригодны и газотермические способы, но с обязательной последующей механической обработкой кромок на глубину не менее 3-5 мм и на ширину 15-20 мм. После этого кромки зачищают металлическими щетками, шабером и т.п. и обезжиривают.

Конструкции, которые перед сваркой испытывали нагрев - при вальцовке, ковке, штамповке и т.д. - должны быть подвергнуты дробеструйной или гидropескоструйной очистке и затем химической обработке: рыхлению оксидной пленки, травлению и осветлению.

Режим химической обработки титана и его сплавов

Раствор		Длительность обработки, мин
Назначение	Состав	
Рыхление оксидной пленки	Нитрит натрия 150-200 г/л Углекислый натрий 500-700 г/л	120
Травление	Плавиковая кислота 220-300 мл/л Азотная кислота 480-550 мл/л	60-1200
Осветление	Азотная кислота 600-750 мл/л Плавиковая кислота 85-100 мл/л	3-10

После этого свариваемые кромки промывают бензином на ширину 20 мм и протирают этиловым спиртом или ацетоном.

Сварочную проволоку предварительно подвергают вакуумному отжигу и обезжиривают ацетоном или спиртом. Окисленную часть удаляют кусачками. Поверхности, подготовленные к сварке, нельзя трогать незащищенными руками.

Выбор параметров режима сварки

Сварку титана и его сплавов рекомендуется вести в отдельном помещении. Температура воздуха в нём должна быть не ниже +15 °С, а скорость его движения – не более 0,5 м/с.

Сварку выполняют на постоянном токе прямой полярности непрерывно горящей или импульсной дугой. Используют аргон высшего сорта и гелий высокой чистоты.

Сварочный ток выбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия и диаметра W-электрода.

Техника сварки

Основное пространственное положение шва – нижнее. Ручную сварку ведут без колебательных движений горелкой, короткой дугой, «углом вперед» Проволоку подают непрерывно, угол между ней и горелкой поддерживают около 90°.

При толщине металла до 2,5 мм его сваривают за один проход без разделки кромок. При больших толщинах выполняют многослойные швы с разделкой кромок и обязательным использованием присадка. По окончании сварки или при случайном обрыве дуги аргон подают до тех пор, пока металл не остынет до 250-300 °С.

Конструкции из титана и его сплавов толщиной 0,5-2,0 мм сваривают ручной импульсно-дуговой сваркой. Эффективность её очевидна при различных пространственных положениях шва и для тех сплавов, где требуется минимальный нагрев около шовной зоны.

От размера свариваемых деталей зависит вариант защиты инертным газом.

Контрольные вопросы

1. Что такое латунь и какие трудности при её сварке?
2. В течении какого срока алюминиевые материалы, прошедшие подготовку, сохраняют свои свойства?
3. Какие основные трудности возникают при сварке нержавеющей сталей?
4. Какие латуни называют специальными?
5. Как избежать образование пор при сварке углеродистой стали?
6. Для чего удаляют конец присадочного материала после сварки?

3.3.3 Виды дефектов сварного шва

Дефектом называется несоответствие параметров и характеристик сварного шва или соединения требованиям нормативно-технической документации (рис.34).

Дефекты сварных соединений классифицируют по различным признакам:

- по месту расположения различают дефекты шва, около шовной зоны и сварного соединения;
- по стадии технологического процесса — дефекты подготовки, сборки и сварочного процесса;
- по допустимости — допустимые и недопустимые;
- по степени опасности эксплуатации — малозначительные, значительные и критические;
- по глубине залегания — наружные (поверхностные) и внутренние.

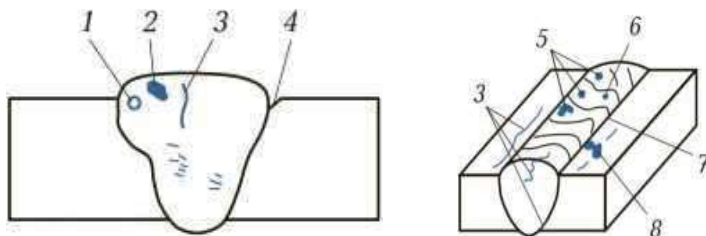


Рис. 34. Основные дефекты сварных соединений: 1 — пора; 2 — шлаковое включение; 3 — кристаллизационная трещина; 4 — подрез; 5 — грубочешуйчатая поверхность шва; 6 — поверхностная пора; 7 — цвета побежалости (окисление поверхности); 8 — разбрызгивание.

Трещины

Наиболее опасным недопустимым дефектом в сварных соединениях являются трещины. На острых краях трещин при соответствующих условиях может происходить резкое увеличение напряжений, способствующее их развитию, что приводит к полному разрушению конструкций.

Горячие трещины представляют собой хрупкие межкристаллические разрушения металла шва или около шовной зоны, возникающие в нём в твердотелом состоянии в процессе кристаллизации и в твердом состоянии при высоких температурах (в сталях они образуются при температурах, превышающих 1000°C). Горячие трещины извилисты, в изломе они имеют темный цвет, сильно окислены и распространяются по границам зерен.

Причинами образования горячих трещин при сварке являются:

- большое количество вредных примесей (особенно серы и фосфора) в металле свариваемых деталей;
- наличие в металле шва элементов (хрома, молибдена, ванадия, вольфрама, титана), образующих химические соединения с низкой температурой затвердевания, нарушающих связь между зёрнами;
- жёсткое закрепление свариваемых заготовок или повышенная жесткость сварного узла, затрудняющие перемещение заготовок при остывании.

Таким образом, в целях повышения стойкости металла шва к образованию кристаллизационных трещин следует уменьшать в нём содержание вредных и увеличивать содержание полезных элементов.

Для борьбы с растягивающими напряжениями используются технологические меры, к которым относятся предварительный подогрев свариваемых изделий, рациональная последовательность наложения сварных швов, выбор способов и режимов сварки, способствующих уменьшению напряжений, и следующие конструктивные меры: рациональное конструирование элементов и узлов сварной конструкции, уменьшение числа и рассредоточение сварных швов, устранение излишней жёсткости узлов, выбор оптимальной формы разделки кромок.

Холодные трещины представляют собой локальные меж- или транс кристаллические разрушения сварных соединений, образующиеся в металле при остывании до относительно невысоких температур (как правило, ниже 200°C). Холодные трещины в шве и переходной зоне могут располагаться под любым углом к шву. В изломе они светлые или бледных цветов побежалости.

Холодные трещины могут появляться через несколько минут после сварки, а также через несколько часов и суток. Установлено, что появление холодных трещин обусловлено закалочными явлениями, сварочными напряжениями и напряжениями от внешних нагрузок.

Холодные трещины возникают преимущественно при дуговой сварке низколегированной стали большой толщины (чаще всего в переходной зоне) вследствие неправильной техники сварки или неправильного выбора присадочного металла.

Для предупреждения образования холодных трещин используют:

- прокаливание флюсов и электродов перед сваркой;
- предварительный подогрев свариваемых заготовок до температур 250... 450°С;
- ведение процесса сварки в режиме с оптимальными параметрами;
- наложение швов в правильной последовательности;
- медленное охлаждение соединений после сварки;
- проведение непосредственно после сварки отжига для снятия остаточных напряжений.

Общими причинами появления горячих и холодных трещин в швах сварных соединений являются:

- излишне высокая жёсткость соединений;
- недостаточная ширина сварного шва для данной толщины соединения;
- несоблюдение или неправильный выбор технологии сварки;
- наличие дефектов в сварном шве;
- неправильная подготовка соединения под сварку;
- неудовлетворительное качество или неправильный выбор типа электродов;
- использование сварочного тока повышенной силы, что может приводить к образованию крупнозернистых охрупченных участков структуры;
- высокое содержание углерода или легирующих элементов в основном металле, не учтённое при выборе технологии сварки.

Для предупреждения возникновения трещин в швах сварных соединений необходимо:

- оптимизировать форму металлоконструкции и технологию сварки в целях исключения применения соединений с высокой жёсткостью;
- при сварке деталей значительной толщины увеличивать ширину шва и накладывать шов короткими участками (200...250 мм);
- выбирать такую последовательность выполнения сварных швов, при которой концевые участки соединения, оставаясь максимально долго не заваренными, сохраняют наибольшую подвижность;
- обеспечивать сплошность сварных швов;
- в отдельных случаях осуществлять предварительный подогрев свариваемых деталей;
- производить сборку свариваемых деталей или узлов с зазорами,

установленными стандартными требованиями на сварку заданного металла и соответствующей технологией. При необходимости для выравнивания зазора применять стягивающие сборочные приспособления;

- не превышать заданную силу сварочного тока;
- по возможности выполнять многопроходный сварной шов, так как отжиг предыдущих слоев такого шва уменьшает его хрупкость;
- подготовленную разделку кромок свариваемых деталей заполнять сразу после завершения сварки корня шва, поскольку воздействию напряжений обычно подвергается область корневого шва.

Подрез зоны сплавления (рис. 35) представляет собой дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным

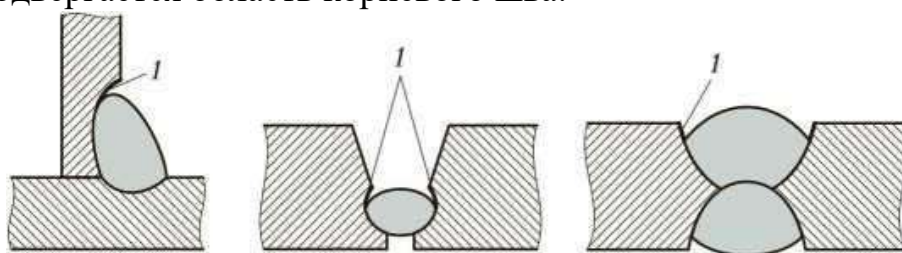


Рис. 35.

металлом. Подрез может носить непрерывный или прерывистый характер. Образование этого дефекта обусловлено:

- применением электрода неоправданно большого диаметра;
- завышенными значениями скорости сварки, силы тока и напряжения сварочной дуги;
- чрезмерной длиной сварочной дуги, создающей избыточное давление на границе твердый металл — сварочная ванна;
- неправильными манипуляциями электрода в процессе сварки;
- выполнением сварки в пространственном положении, для которого не предназначены используемые электроды.

В конструкциях, работающих при вибрационных нагрузках, подрез существенно снижает прочность сварного соединения. Если подрез расположен перпендикулярно направлению главных напряжений, он приводит к резкой их концентрации.

При сварке угловых швов подрезы возникают на вертикальной стенке вследствие смещения электрода в ее сторону.

При газовой сварке подрезы образуются вследствие завышенной мощности сварочной горелки, а при электрошлаковой — вследствие плохого охлаждения ползунов и повышенной продолжительности их остановки в конечном положении.

Разные типы электродов обладают неодинаковой способностью к образованию подрезов. Например, при использовании электродов, предназначенных для сварки на токе обратной полярности, увеличивается вероятность возникновения подрезов по сравнению с применением электродов, предназначенных для сварки на токе прямой полярности. При этом для предупреждения образования подрезов в первом случае следует использовать специальные приемы, т. е. снижать скорость перемещения электрода вдоль свариваемых кромок и совершать им поперечные колебания, а во втором случае даже высококвалифицированные сварщики не всегда

смогут предотвратить их появление.

Подрез относится к очень опасным дефектам, поэтому при его возникновении сварку данного соединения можно продолжать только приняв меры, исключая появление таких дефектов. Подрезы, возникающие на поверхности сварных соединений, значительно снижают их прочность, и поэтому недопустимы.

Пора — это дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом. Размеры такой полости не превышают 2 мм.

Дефекты в виде пор часто встречаются в металле сварных швов. Будучи результатом химических реакций, протекающих в сварочной ванне, по своей сути и механизму образования поры аналогичны включениям, но в отличие от последних содержат газ, а не твердое вещество.

Причиной возникновения пор является наличие газов, не успевших выделиться из охлаждающегося металла вследствие уменьшения их растворимости, и газов, образовавшихся в результате химических реакций в расплавленном металле.

Появление пор в металле сварного шва обуславливается:

- плохим качеством или неправильным подбором типа электродов или присадочного материала;
- неправильным выбором технологического процесса сварки;
- малой продолжительностью существования сварочной ванны, вследствие чего газы не успевают выделиться из расплавленного металла;
- низким качеством основного и присадочного металлов;
- плохой очисткой кромок соединяемых деталей.

Значительно снизить содержание пор и полостей в сварных швах, а в некоторых случаях даже избежать их образования позволяют следующие меры технологического характера:

- правильный выбор типа электродов или присадочного материала;
- прокалка электродов перед сваркой;
- перемешивание жидкого металла сварочной ванны для увеличения продолжительности существования расплава;
- выполнение поперечных колебаний электрода в процессе сварки;
- применение рекомендуемой (не завышенной) силы сварочного тока.

Свищ представляет собой воронкообразное углубление в сварном шве, образующееся в результате обильного выделения газа. Форма и положение свища зависят от режима кристаллизации сварочной ванны. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются в виде «ёлочки».

Причины образования свищей следующие:

- чрезмерно большая амплитуда колебаний электрода;
- перегрев в процессе сварки основного металла, особенно тонколистового;
- повышенное содержание влаги.

Для предупреждения образований свищей необходимо:

- ограничивать амплитуду колебаний;
- правильно выбирать силу сварочного тока и диаметр электрода,

учитывая толщину свариваемого металла и тип сварного соединения;

Усадочная раковина представляет собой полость или впадину, образовавшуюся при усадке металла сварочной ванны в процессе его кристаллизации. Усадочные раковины, относящиеся к наиболее крупным сварочным дефектам, обычно перпендикулярны поверхности сварного шва.

Кратер представляет собой углубление, образующееся в конце валика вследствие объемной усадки металла сварного шва. Размеры кратера зависят от режима сварки. Кратеры снижают прочность сварных соединений.

Шлаковое включение представляет собой вкрапление шлака в металл сварного шва. В соответствии с конкретными условиями проведения сварки шлаковые включения могут быть линейными, разобщенными и др.

Металлическое включение представляет собой частицу инородного металла (вольфрама, меди и др.) в металле сварного шва.

Не сплавление — это отсутствие соединения между металлом сварного шва и основным металлом или между примыкающими друг к другу валиками сварного шва. Различают не сплавления по скосу кромки и в корне сварного шва.

Причины образования не сплавления следующие:

- локальное не достижение температуры плавления основного металла или металла ранее наплавленных валиков;
- загрязнение кромок свариваемых деталей или их неправильная подготовка (например, заниженный угол скоса кромок);
- неполное растворение во флюсе оксидов и других посторонних веществ, находящихся на поверхностях основного металла или металла ранее наплавленных валиков;
- недостаточная сила сварочного тока;
- повышенная скорость сварки;
- блуждание сварочной дуги;
- плохая очистка поверхностей предыдущих слоев шва;
- затекание металла под сварочную дугу.

Для предупреждения не сплавления необходимо:

- тщательно очищать поверхности свариваемых кромок от загрязнений;
- при глубокой узкой разделке кромок использовать электроды малого диаметра, которые могут достичь зоны притупления кромок;
- правильно выбирать силу сварочного тока;
- выполнять поперечные колебания электрода с амплитудой, достаточной для расплавления кромок;
- использовать присадочный и электродный металлы, хорошо смачивающие основной металл.

Не провар — это дефект сварного соединения в виде не сплавления вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва (рис. 36).

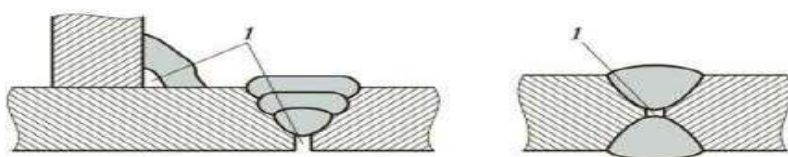


Рис. 36.

Термин «не провар» характеризует не сплавление, образовавшееся в корне сварного шва, по следующим причинам:

- недостаточная мощность сварочной дуги для проплавления основного металла;
- загрязненные поверхности свариваемых деталей;
- перегрев части сварочной ванны над зоной притупления кромок, сопровождающийся образованием слоя жидкого металла, препятствующего поступлению в эту зону тепловой энергии сварочной дуги.

Кратер — это углубление в металле сварочной ванны, образующееся вследствие резкого обрыва дуги в конце сварки, выполняемой механизированным способом, или в конце участка, заваренного электродом при ручной сварке. Кратеры могут явиться очагами образования трещин. Кроме того, в месте расположения кратера шов имеет уменьшенное сечение. Следовательно, необходимо принимать меры по предупреждению появления кратеров.

Контрольные вопросы

1. Что такое дефект сварного шва?
2. Основные виды дефектов сварного шва?
3. Из-за чего в сварном шве может оказаться металлическое включение?
4. Причины возникновения подрезов?
5. Причины возникновения пор?

3.3.4 Напряжения и деформация при сварке

При сварке плавлением из-за неравномерного нагрева сварной конструкции возникают напряжения и деформации.

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием приложенных к нему сил.

При сварке металл, нагретый до высокой температуры начинает расширяться, но расположенные за нагретым металлом холодные участки детали препятствуют его расширению. Под влиянием этих процессов в детали возникают внутренние напряжения.

Еще одной причиной возникновения напряжений и деформаций при сварке является усадка металла шва при переходе его из жидкого состояния в твердое.

Усадкой называется уменьшение объема металла при его остывании. Усадка металла шва вызывает продольные и поперечные деформации детали.

Степень деформации детали зависит от температуры нагрева и коэффициента линейного расширения металла. Чем выше коэффициент линейного расширения и температура нагрева, тем значительнее деформации. Очевидно, что конструкции из алюминиевых сплавов в наибольшей мере подвержены деформациям. Бесспорно и то, что при высокой тепловой мощности газового пламени вероятность возникновения деформаций конструкции больше.

Форма детали, ее размеры и положение сварочных швов также влияют

на её деформацию при сварке. Сложная форма детали, наличие большого числа несимметричных швов и высокая жесткость конструкции определяют повышенные деформации и напряжения при сварке.

Остаточные напряжения, причиной появления которых является разница удельных объемов структур определенных участков сварного соединения, называются структурными остаточными напряжениями. В большинстве случаев они появляются совместно с температурными напряжениями. Например, при остывании легированных сталей образование мартенсита связано с резким увеличением их объема. Так как в этом случае объемные деформации происходят при низких температурах, т. е. когда металл находится в упругом состоянии, структурные превращения вызывают образование остаточных напряжений.

Деформации конструкций, вызванные сваркой, подразделяют на общие – характерные для сварной конструкции в целом, и местные – образующиеся в пределах одной, нескольких деталей или на части одной из деталей конструкции. Различают деформации продольные и поперечные, изгиба, скручивания, потери устойчивости.

Продольные и поперечные деформации, образующиеся при выполнении всех типов швов и соединений, определяющиеся размерами свариваемых элементов по длине и ширине. Остаточные продольные деформации зависят от ширины и толщины свариваемых элементов, способа сварки, размеров швов и других факторов. Остаточные поперечные деформации в пластинах конечных размеров зависят от длины швов.

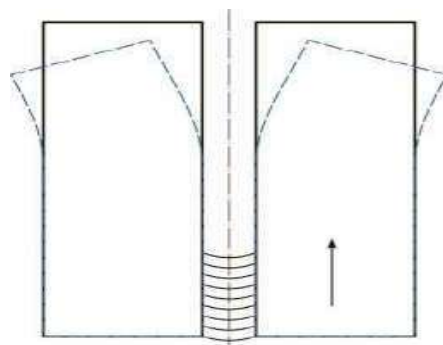


Рис. 37.

При выполнении стыковых соединений с зазором в результате неравномерного нагрева по ширине свариваемые пластины изгибаются с раскрытием зазора (рис. 37). Остывание металла в зоне уже сваренного шва приводит к сближению и повороту пластин, стремящемуся закрыть зазор.

Деформации изгиба, появляющиеся при сварке листов, стержней и оболочек, являются следствием несимметричного расположения швов относительно центра тяжести сечения, одновременного выполнения симметрично расположенных швов или одновременного заполнения разделки кромок валиками сварного шва.

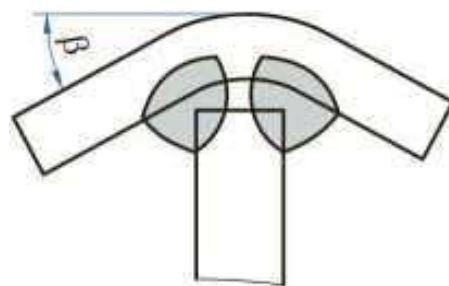


Рис. 38.

Неравномерные по толщине поперечные пластические деформации вызывают угловые перемещения свариваемых элементов.

Деформация полки таврового соединения, называемая грибовидностью, тем больше, чем больше толщина полки и катет сварного шва (рис. 38).

Деформации скручивания образуются вследствие несимметричного

расположения сварочных швов относительно центра изгиба стержней или неодновременного их наложения.

Деформации потери устойчивости вызываются сжимающими напряжениями, образующимися в процессе выполнения сварных соединений или после остывания конструкции. Особенно значительны такие деформации при сварке тонколистовых конструкций.

Ограничить деформации в сварных конструкциях можно следующими технологическими приёмами: выполнять сварку с закреплением изделий в стендах или специальных приспособлениях, использовать рациональную последовательность сварочных (сварка обратноступенчатым швом и др.) и сборочно-сварочных операций (уравновешивание деформаций нагружением элементов детали).

Необходимо создавать упругие или пластические деформации, обратные по знаку сварочным деформациям (обратный выгиб, предварительное растяжение элементов перед сваркой и др.). Эффективно использование усиленного охлаждения сварного соединения (медных подкладок, водяного охлаждения и др.) и пластического деформирования металла в зоне шва в процессе сварки (проковка, прокатка роликом, обжатие точек при контактной сварке и др.).

Напряжения можно снимать термической обработкой конструкции после сварки. Остаточные деформации можно устранять механической правкой конструкции в холодном состоянии (изгибом, вальцовкой, растяжением, прокаткой роликами, проковкой и т.д.) и термической правкой ее посредством местного нагрева.

Для уменьшения деформаций необходимо правильно выбирать режим сварки. При сборке конструкции под сварку следует выдерживать постоянным зазор по всей длине кромок, накладывать минимальное число прихваток, соблюдать принятую технологию сварки и технику выполнения швов, использовать способы компенсации деформаций, основанные на определенной очередности наложения швов, а также способ обратных деформаций, заключающийся в придании детали перед сваркой изгиба в направлении, противоположном ожидаемой деформации. Уменьшение деформаций обеспечивает и жесткое закрепление свариваемых деталей в специальных приспособлениях — кондукторах.

Эффективно применение термообработки, включающей в себя предварительный подогрев и отпуск после сварки. В некоторых случаях рекомендуется проковка шва.

При термомеханической правке производится равномерный нагрев детали по всему деформированному сечению с последующей правкой его внешней силой. Нагревается деталь газовыми горелками до температуры отжига (750...800°C).

После превышения предела упругости деформация металла становится необратимой. Общий объем металла в зоне деформации измениться не может, следовательно, толщина листа становится меньше, а его площадь — больше. Появившийся «лишний» металл необходимо удалить.

Контрольные вопросы

1. Какие виды деформации известны?
2. Какими способами можно снять деформацию после сварки?
3. Какие бывают напряжения?
4. Какие мероприятия выполняют для предотвращения деформаций перед сваркой?

3.3.5 Устранение выявленных дефектов

При обнаружении недопустимых наружных или внутренних дефектов сварных соединений их обязательно исправляют. Наружные дефекты вышлифовывают с обеспечением плавных переходов на участке выборки. Выборку можно не заваривать только в том случае, если в зоне максимальной её глубины сохранилась минимально допустимая толщина детали. Удаление дефектов с обратной стороны шва производится по всей его длине заподлицо с основным металлом.

Если в процессе механической обработки (вышлифовывания) не удалось полностью исправить наружные дефекты, то их следует полностью устранить как недопустимые внутренние дефекты.

Подповерхностные и внутренние дефекты (дефектные участки) в соединениях из алюминия, титана и их сплавов исправляют только механическим способом — вышлифовыванием абразивным инструментом, обработкой резанием или вырубкой с последующим зашлифовыванием. В ряде случаев в конструкциях из стали допускается удаление дефектных участков воздушно-дуговой или плазменно-дуговой строжкой с последующей обработкой поверхности выборки абразивными инструментами. Детали из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей необходимо зашлифовывать до полного удаления следов предыдущей обработки.

При исправлении дефектных участков целесообразно соблюдать определенные условия. Длина исправляемого участка должна быть на 10...20 мм больше длины дефекта с каждой стороны. Ширина выборки должна быть такой, чтобы ширина шва, получаемого после подварки, не превышала его двойную исходную ширину. Форма и размеры подготовленной под подварку выборки должны обеспечивать возможность надежного провара. Поверхность каждой выборки должна иметь плавные очертания без резких выступов, острых углублений и заусенцев. При подварке дефектного участка следует перекрывать прилегающие участки основного металла.

В сварных швах со сквозными трещинами перед подваркой требуется зачистить поверхности детали вдоль трещины и просверлить отверстия на расстоянии 10 мм от концов этой трещины в целях предотвращения ее распространения (рис. 39). Затем нужно произвести разделку трещины, после чего проварить дефектный участок на полную глубину.

Подварку дефектного участка осуществляют одним из способов сварки плавлением (ручной дуговой, дуговой в защитном газе и т.д.).

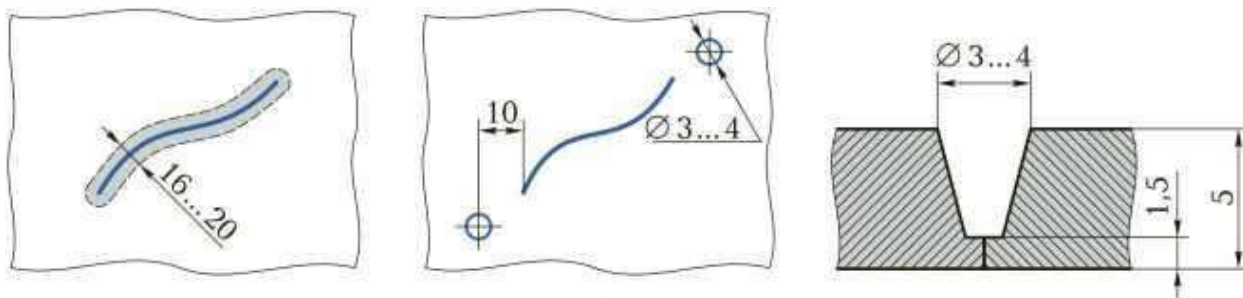


Рис. 39.

Исправленные швы сварных соединений следует повторно проконтролировать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству конструкции.

Технология, рекомендуемая для исправления дефектов сварных соединений аргонодуговой сваркой, следующая:

- подобрать соответствующий режим сварки;
- сварочную дугу возбуждать на технологической пластине и после нагрева электрод переносить на место заварки;
- в процессе заварки и при возбуждении сварочной дуги не допускать соприкосновения конца вольфрамового прутка со сварочной ванной или присадочной проволокой;
- присадочную проволоку подавать только после оплавления кромок разделки и образования сварочной ванны;
- заварку дефектов производить в нижнем положении и под углом не более 30° ;
- при многослойной заварке после наложения каждого слоя очищать наплавленный металл шва стальной щеткой;
- вылет вольфрамового электрода по отношению к нижней кромке газового сопла должен составлять $3...8$ мм;
- горелку следует держать под углом $60...80^\circ$ к поверхности детали в месте заварки дефекта;
- присадочную проволоку держать под углом к оси электрода горелки и вводить в сварочную ванну равномерными возвратно-поступательными движениями часто и небольшими порциями;
- заварку дефектов во всех случаях заканчивать с образованием усиления шва высотой $3...5$ мм;
- наконечник горелки и вольфрамовый электрод периодически очищать от брызг металла;
- при случайных обрывах дуги ее повторное зажигание производить на шве на расстоянии 30 мм от места обрыва;
- длину дуги поддерживать в пределах $2,5...3,0$ мм, обрыв дуги производить постепенным её увеличением;
- процесс заварки начинать с предварительного местного подогрева дефектного места до оплавления кромок.

Если толщина материала детали более 15 мм, заварку дефектного участка следует производить многослойным швом. В этом случае высота наплавленного металла над поверхностью детали должна быть не менее 3 мм.

Для ответственных конструкций допускаются две подварки одного и

того же дефектного участка, поскольку при большем числе подварок наблюдается существенное снижение механических свойств металла в этих зонах.

Контрольные вопросы

1. Сколько раз можно исправлять дефектный участок?
2. Каким способом можно исправить дефект?
3. На сколько длиннее дефектного участка должен быть исправленный?

3.3.6 Инструкционно-технологическая карта по сварке

Инструкционно-технологическая карта или технологическая карта (ТК) – это нормативный акт, в котором представлены сведения об одном виде (типе), технологических параметрах соединения и особенностях в процессе сварки.

Карта техпроцесса – компонент всех сварочных работ на профессиональном уровне. Норматив должен использоваться в качестве руководства в каждой организации: на крупных производствах, в сварочных цехах, на мелких заводах, строительных площадках. Если требуется совершить несколько операций, разрабатывается комплект карт для всех сварных соединений. Документация находится у главного инженера.

Благодаря возможности рабочей бригады действовать по заранее продуманному и сконструированному маршруту, существенно повышается эффективность проделанных операций, снижается вероятность технических ошибок. Специалисты отдела инспекции могут проводить тщательную проверку сварных соединений на всех этапах техпроцесса.

Технологическая карта должна содержать следующие сведения:

- всё, что касается основного материала поверхностей: марку металла, параметры и химические характеристики, группу стали, данные о разделке и очистке кромок. Это самый важный пункт ТК. Основная задача мастера для минимизации риска совершения ошибки – верно определить тип рабочего материала. От этого зависят все остальные пункты инструкции.

- способ и вид сварки, параметры для установки.
- используемое сварочное оборудование.
- температурные режимы.
- последовательность формирования сварочных швов.
- нормативную документацию по сварке (НТД).

Технологическая карта на сварочные работы заполняется с указанием специфических классификационных признаков, например:

Название организации и объекта изготовления	
Способ	Г — газовая сварка
НТД по сварке, ГОСТ	ПБ 12-529-05, СНИП 42-01-2002, СП 42-101-2003, СП 42-102-2004, 16037-80
Основной материал	Группы — I, II, III, марка — Ст2сп
Способ создания газовой защиты	Струйный
Тип газа	Инертный
Тип электрода	Неплавящийся
Род тока	Постоянный
Типоразмер	Диаметр — 15-100 мм, толщина — 2-3 мм
Вид соединения	Стыковое
Вид разделки	Без разделки
Тип соединения	С2 по ГОСТ 16037-80
Форма подготовки кромок	Со скосом >15°

Образец заполнения технологической карты представлен на рисунке 40.

Операционная технологическая карта сборки и ручной аргодуговой сварки поворотных и неповоротных стыков труб и деталей трубопроводов									
ОБЪЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА					ТИП ТРУБОПРОВОДА		СТЫКУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ		ШИФР КАРТЫ
Нефтепроект ЦПС «Южное Хмельное» БРП «Варандей», Конечные сооружения на БРП «Варандей».					Технологический		трубы + трубы, трубы + фланцы		Тр 1-22 Рез. 0
Характеристика труб					Сварочные материалы		Форма разделки кромок и сварного шва С17 по ГОСТ 16037-80		Предварительной подогреть
Марка стали	Диам., мм.	Толщина стенок, мм.	Класс прочности	Нормативные и предел прочности, МПа	Эквивалент углерода %	Прокатом сварочная Св08Г2С Ø2 мм по ГОСТ 2246-70 Аргон газобразный по ГОСТ 10157-79		0,5-1 1,0-0,5 2,0-3,0	Предварительной подогреть не требуется. При необходимости провести сушку путём нагрева до температуры 20 – 50°C.
Сталь 20	6-89	3-6	K42	410	≤0,36				
09Г2С			K50	490					
Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации.				
Сварочные слои	Марка сварочного материала	Диам., мм.	Поларность	Сварочный ток, А	1. Допускается непосредственное соединение (без специальной обработки внутри) труб и деталей трубопроводов с разностью нормативных толщин стенок не более 2,0мм. 2. Перед прихваткой и началом сварки качество сборки стыка проверяет сварщик. Сборку следует осуществлять на прихватках. Количество прихваток должно быть не менее 2 шт., длиной по 5-20 мм, высотой 3 мм. 3. Допускается сборка на технологических пластинах, привариваемых на расстоянии не менее 50-70 мм от торца трубы (не менее 3-х). Приварка временных приспособлений осуществляется по согласованию с руководителем сварочных работ. Места приварки технологических пластин очистить абразивным инструментом, шероховатость мест зачистки R _a ≤80. 4. Устанавливать технологические заглушки при сварке корневого слоя шва. При нагре выше 2 м/с и при выделении осадков зашпатель зону сварки инвентарными укрытиями. 5. Направление сварки всех слоев - на подъём. 6. Межслойная температура должна составлять не менее +50°C и не более +200°C.				
Корневой слой (1)	Св08Г2С	2,0	ДС-	50 – 80					
Заполняющий и облицовочный слой (2)	Св08Г2С	2,0	ДС-	70 – 120					

Рис. 40.

Контрольные вопросы

1. Для чего нужна технологическая карта?
2. Какие данные заносят в технологическую карту?
3. Есть ли единый стандарт составления техкарт?
4. У кого хранятся техкарты?

3.3.7 Требования техники безопасности по окончанию работ

После окончания электросварочных работ работник должен выполнить следующее:

- отключить электросварочный аппарат, выключив рубильник;
- во избежание возникновения пожара, убедиться, что после работы не осталось тлеющих предметов, при их наличии – залить водой или засыпать песком;
- смотать в бухты сварочные провода и убрать в отведенное для их хранения место.

Привести рабочее место в порядок, убрать обрезки металла, огарки, электроды и т.п.

По окончании работы необходимо тщательно вымыть руки теплой водой с мылом, при необходимости принять душ.

Покинуть территорию.

Контрольные вопросы

1. Для чего осматривают рабочее место по окончании работ?
2. Допускается ли оставление сварочных проводов на рабочем месте после окончания работ?

Краткие выводы к 3 разделу:

В данном разделе были рассмотрены следующие вопросы:

особенности подготовки металла и материалов к сварке в среде аргона; процессы настройки оборудования, подачи газа, установки параметров режима сварки, зажигания дуги; особенности сварки простых конструкций из алюминия, меди и их сплавов, никеля, титана, углеродистых, конструкционных и коррозионностойких сталей; правила техники безопасности, пожаро- и электробезопасности, нормы охраны труда и окружающей среды.

В результате освоения раздела обучающиеся смогут:

подготавливать металл, материалы, рабочее место, оборудование, аппаратуру к сборке конструкций и сварке;

зажигать дугу, используя вольфрамовые электроды; сваривать вручную простые детали и конструкции из алюминия, меди и их сплавов, никеля, титана, углеродистых, конструкционных и коррозионностойких сталей в среде аргона.

РАЗДЕЛ 4 ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РАБОТ ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРЩИКА

4.1 Наплавка, сварка и резка электрической дугой

4.1.1 Оборудование для сварки и резки электрической дугой

Ручная дуговая сварка

Посты для электрической ручной и механизированной сварки и установки для автоматизированной сварки плавлением содержат:

- оборудование, обеспечивающее питание источника сварочной теплоты – электрической дуги, шлаковой ванны, электронного или светового луча и т.п.;

- сварочный манипулятор, предназначенный для закрепления и перемещения детали при сварке (перемещение электрода может обеспечиваться специальными устройствами в самоходных головках);

- оборудование, обеспечивающее необходимую защиту свариваемого металла от окисления и загрязнения с помощью флюса, потока или атмосферы защитного газа или вакуума.

Качество сварного шва зависит не только от применяемых сварочных материалов. При ручной и полуавтоматической сварке оно во многом определяется опытом сварщика. При автоматической сварке – от точности выдерживания параметров режима сварки: скорости подачи электрода, сварочного тока, скорости сварки, направления электрода по стыку и др.

Жёсткие требования по точности выполнения устанавливаемых режимов предъявляются к манипуляторам и механизмам перемещения сварочного источника теплоты в автоматизированных установках. Допустимы следующие колебания скорости перемещения: при сварке под флюсом $\pm 5\%$; при аргонодуговой сварке тонколистовых металлов $\pm 2\%$; в установках для электронно-лучевой и лазерной сварки менее $\pm 1\%$. Точность установки свариваемых изделий и отклонение положения стыка при сварке не должно превышать 20...25 % поперечного размера площади пятна ввода теплоты в изделие, т.е. при сварке под флюсом это составляет 1...2 мм; при микроплазменной – не более 0,25 мм; при электронно-лучевой и лазерной (в зависимости от диаметра луча) от $\pm 0,1$ мм до ± 10 мкм.

Конструкции сварочных установок имеют особенности, связанные с защитой персонала от вредного воздействия различного характера в процессе выполнения сварочных операций. В качестве примера можно указать на наличие устройств для отсоса вредных газов при термической резке и сварке; экранов и щитков, предохраняющих персонал от интенсивного ультрафиолетового и светового излучения при дуговой, плазменной или лазерной сварке; элементов конструкций установок для электронно-лучевой сварки, обеспечивающих защиту от рентгеновского излучения.

Основной инструмент при ручной дуговой сварке – электрододержатель (рис. 1). Основные параметры и технические требования, предъявляемые к электрододержателям, маркировка, методы испытания их установлены ГОСТ 14651-78 (в ред. 1989 г.).

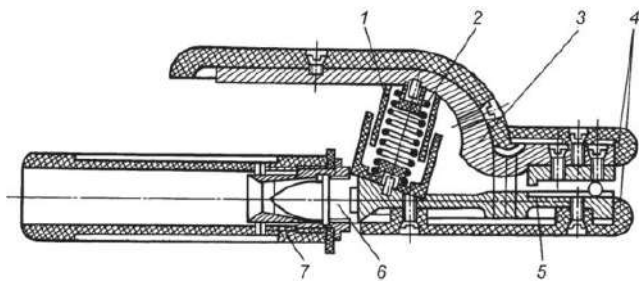


Рис. 1. Электрододержатель ЭП: 1 – защитный пружинный колпачок; 2 – пружина; 3 – рычаг с верхней губкой; 4 – теплоизоляция; 5 – нижняя токоведущая губка; 6 – конус резьбовой втулки крепления сварочного кабеля.

Конструкция электрододержателя должна обеспечивать замену электрода в течение не более 4 с и закрепление электрода в одной плоскости не менее чем в двух положениях – перпендикулярно и под углом, а также надежное присоединение многожильных кабелей с медными жилами.

Электрододержатели серии ЭП пассатижного типа предназначены для использования при сварочных токах 50 и 250 А. Усилием цилиндрической пружины электрод зажимается между нижней губкой, по которой к нему подводится электрический ток, и рычагом. Канавки в зажиме, расположенные под различными углами, позволяют закреплять электрод под двумя углами к продольной оси электрододержателя. Огарок освобождается нажатием на рычаг. Сварочный кабель подсоединяется к электрододержателю путем механического зажатия кабеля с расклиниванием конца между корпусом нижней губки и конусом втулки. Электрододержатель изолируется терmostойкими полимерными деталями.

Полуавтоматическая сварка

Установку, в которой автоматизирован только режим горения дуги, принято называть полуавтоматом для дуговой сварки, а установку, в которой автоматизировано еще и перемещение головки вдоль стыка - сварочным автоматом.

Полуавтоматы для дуговой сварки имеют высокие эксплуатационные свойства за счет применения тонкой сварочной проволоки (диаметром до 2,5 мм) при высоких, до 200 А/мм², плотностях тока. Процесс саморегулирования режима горения дуги происходит достаточно интенсивно и позволяет компенсировать все колебания длины дугового промежутка, возникающие при ручном ведении сварочной головки вдоль стыка. В этих условиях скорость подачи электрода устанавливается в соответствии с необходимым режимом сварки и остается неизменной в течение всего времени выполнения шва.

В состав наиболее распространенных шланговых полуавтоматов входят: горелка, механизм подачи электродной проволоки, кассета (катушка или другие устройства, являющиеся емкостями для электродной проволоки), шкаф или блок управления (если он конструктивно не объединен с источником питания), источник питания, провода для сварочной цепи и цепей управления, редуктор и аппаратура для регулирования и измерения расхода газа, шланг для газа (в полуавтоматах для сварки в защитных газах), подогреватель газа (в полуавтоматах для сварки в углекислом газе), специальный инструмент, запасные и быстроизнашивающиеся составные части полуавтомата, а также эксплуатационная документация.

Полуавтоматы для сварки без внешней защиты не имеют газовой аппаратуры.

Основные параметры полуавтоматов для дуговой сварки плавящимся электродом должны соответствовать ГОСТ 18130-79 (в ред. 1989 г.).

Для того чтобы полуавтоматическая сварка могла успешно соперничать с прогрессивными методами ручной сварки, она должна сочетать преимущества автоматической сварки с маневренностью, универсальностью и гибкостью ручной.

Сварочный полуавтомат содержит кассету с проволокой, подающее устройство, гибкий направляющий шланг и ручной держатель или горелку. Электродная проволока сматывается с кассеты и проталкивается ведущим и прижимным роликами через канал и горелку в сварочную дугу. В канале проволока находится в сжатом состоянии, усилие сжатия изменяется от максимального при входе в канал до нуля в наконечнике горелки.

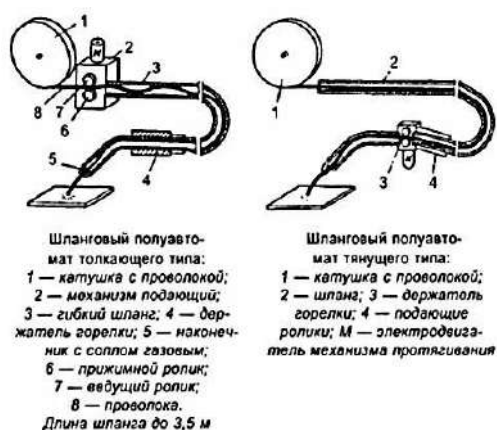


Рис. 2.

Для мягких проволок или проволок из металла с высоким коэффициентом трения, а также для проволок малого диаметра (менее 0,8 мм) полуавтоматы толкающего типа неприменимы. В этом случае применяются полуавтоматы тянущего типа, т.е. с механизмом подачи, расположенным в рукоятке горелки (рис. 2).

Сварку со шлангами большой длины можно осуществлять путем применения так называемых систем "тяги-толкающего" типа. Они содержат механизм подачи, проталкивающий проволоку через канал, и тянущий её механизм. При такой схеме подачи в канале устраняется волнообразное расположение проволоки, снижается число точек трения между проволокой и каналом.

Размещение тянущего механизма в ручной горелке излишне её утяжеляет. Поэтому такие устройства применяют в исключительных случаях. Переносной полуавтомат отличается малыми габаритными размерами. В передвижном варианте полуавтомата запас проволоки может быть увеличен до 20 кг, а для работы с тяжелой бухтой проволоки массой 80...100 кг механизм подачи устанавливают на специальной тележке.

Наибольшее расстояние между механизмом подачи и источником питания или шкафом управления – 15 м.

Полуавтоматическая сварка осуществляется унифицированными горелками, соединёнными с механизмом подачи трёхметровым шлангом с помощью быстродействующих разъёмов.

Наконечники, сопла, разъёмы и другие элементы горелок унифицированы между собой, что позволяет в процессе эксплуатации легко выбрать и использовать наиболее удобную в данных условиях сварочную горелку. Рабочий инструмент полуавтомата – горелка (рис. 3), содержит



Рис. 3.

изогнутый мундштук с переходной втулкой (электрододержатель) и наконечником, рукоятку с гашеткой пусковой кнопки (включателем), защитный щиток (экран) и сопло для создания вокруг зоны сварки защитной атмосферы. Сопло изолировано от наконечника и может легко заменяться. Переходная втулка имеет ряд отверстий, расположенных перпендикулярно направлению подачи проволоки и

предназначенных для подвода в зону сопла защитного газа. Это обеспечивает получение ламинарного газового потока.

Плазменная резка

Механизмы для резки плазменной струей бывают двух типов:

- инверторные эффективны в случае, если вам необходима высокая производительность, а толщина металла не превышает 30 мм.
- трансформаторные имеют меньший КПД, однако с их помощью можно нарезать более толстые детали.

По степени мобильности оборудование можно условно разделить на три разновидности:

- ручные. Такая установка универсальна и компактна, но при этом потребляет много электроэнергии. Представляет собой коробку, оснащенную шлангом и горелкой.
- порталные. Имеют вид станков с просторной рабочей поверхностью, на которой располагается разрезаемый материал. Для их размещения требуется много свободного пространства, а для работы – мощный источник электроэнергии.
- переносные. Разрезаемый металл укладывается в отсек, имеющий вид рамы с рейками.

К очевидным преимуществам плазменно-дуговой резки можно отнести следующие:

- нарезанию плазмой поддаются практически все металлы, проводящие ток (медь, сталь, латунь, чугун, титан и т.д).
- дополнительная обработка реза не нужна.
- безопасность плазменной установки. Её конструкция не предполагает баллонов со сжатым газом, которые могут стать причиной пожара или взрыва.
- вмешательство обслуживающего персонала при автоматической резке сводится к минимуму.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях применяют шланговые полуавтоматы толкающего типа?
2. Максимальная длина шланга горелки для полуавтоматической сварки?
3. Какое наибольшее расстояние между механизмом подачи и источником питания при полуавтоматической сварке?

4. За сколько времени можно заменить электрод в электрододержателе?
5. Назовите одно из преимуществ плазменно-дуговой резки.
6. По каким признакам классифицируются автоматы тракторного типа?

4.1.2 Подготовка заготовок под сварку

Подготовку свариваемых кромок деталей большой толщины выполняют кислородной резкой или обработкой на строгальных или фрезерных станках; для подготовки тонколистового металла используют кромкогибочные прессы или специальные станки.

Гибку деталей и заготовок проводят на металлогибочных вальцах. Здесь же изготавливают обечайки для сварки различных емкостей цилиндрической формы.

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, выполняемых ручной дуговой сваркой, установлены ГОСТ 5264-80, в котором предусмотрено четыре типа соединений в зависимости от толщины свариваемых деталей. По форме подготовленных кромок соединения бывают с отбортовкой кромок, без скоса кромок и со скосом кромок. Выполнять швы можно как с одной стороны соединений (односторонние), так и с двух сторон (двухсторонние).

При расположении свариваемых деталей под углом основные типы, конструктивные элементы и размеры швов сварных соединений установлены ГОСТ 11534-75, в котором предусмотрены формы подготовки кромок и размеры выполнения швов угловых и тавровых соединений.

Подготовка кромок под сварку включает в себя их тщательную очистку от ржавчины, окалины, краски, масла и других загрязнений поверхности. Кромки очищают стальными вращающимися щетками, гидropескоструйными способами, шлифовальными кругами, пламенем сварочной горелки, травлением в растворах кислот и щелочей.

Подготовленные детали собирают под сварку. При сборке следует выдержать необходимые зазоры и требуемое совмещение кромок. Точность сборки проверяют шаблонами, измерительными линейками и щупами. Сборку выполняют в специальных приспособлениях или на выверенных стеллажах. Временное закрепление деталей проводят струбцинами, скобами или прихваткой короткими швами. Число прихваток и их размер определяют в зависимости от технологических условий.

При сборке конструкций помимо применения сборочных приспособлений, кондукторов и кантователей для фиксации взаимного расположения элементов конструкций и деталей часто применяют прихватки (короткие швы), выполненные дуговой сваркой. Длина швов-прихваток составляет обычно 10...100 мм.

Размеры сечений прихваток не должны превышать $1/3$ основных швов (при толщине свариваемого металла более 5 мм). Поверхность прихваток следует зачищать от шлака и загрязнений.

При выявлении дефектов их удаляют абразивным инструментом и прихватки выполняют вновь.

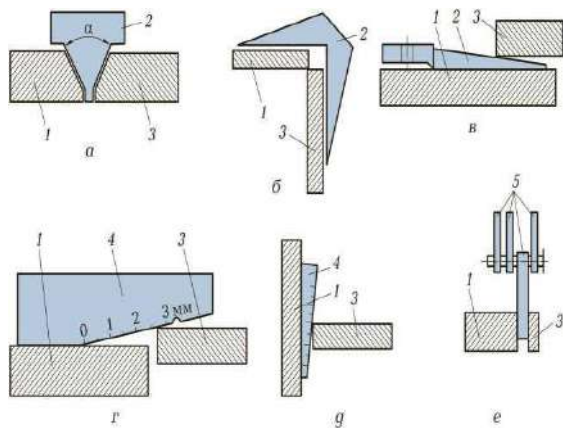


Рис. 5. Контроль качества сборки деталей к сварке с использованием: а – шаблона для проверки угла а разделки кромок; б – шаблона для проверки прямого угла между кромками; в – шаблона для проверки зазора между кромками; г – измерительной линейки для определения превышения кромки; д – измерительной линейки для измерения зазора в тавровом соединении; е – шупа для определения зазора в стыковом соединении.

Собранные под сварку изделия контролируют в основном по сопрягаемым и габаритным размерам (рис. 5). Изделия после сварки контролируют по техническим условиям на свариваемое изделие, в которых указаны требования к качеству сварных швов и их размерам.

Контрольные вопросы

1. Каким способом подготавливаются кромки заготовок под сварку?
2. Для чего необходимо базирование деталей?
3. Чем проверяется качество сборки деталей?
4. Для чего нужны прихватки?

4.1.3 Подогрев деталей перед сваркой

Основные причины использования предварительного нагрева в процедуре сварки:

- термическая обработка сварных конструкций устраняет влажность поверхности, а, следовательно, способствует уменьшению растрескивания,
- улучшает последующее расплавление и осаждение металла шва,
- снижает развитие напряжений, способствуя равномерному расширению и сжатию между сварным швом и основным металлом.

- одной из основных задач предварительного нагрева является замедление скорости охлаждения, обеспечивающей равномерное затвердевание шва. Таким образом микроструктура металла будет иметь качественные механические свойства.

Исходя из соображений применения, термическая обработка сварных конструкций может определяться различными способами:

- предварительный подогрев – минимальная температура сварного шва задается сразу перед началом сварки,
- подогрев между проходами – в многопроходной сварке перед началом следующего прохода требуется максимальная температура. Нагрев в таком случае не может быть ниже, чем минимальное значение предварительной термической обработки.

- поддержание сварочной температуры – минимальная температура сварочной зоны, которая должна поддерживаться на протяжении всего процесса сварки. При прерывании работ температура зоны сварного шва не

должна понижаться.

Оборудование для контроля температуры подогрева:

- термокарандаш и термопаста – состоят из материала, который плавится или меняет свой цвет при нагревании в зависимости от температуры. Они доступные, предлагаются по низкой цене и просты в использовании. Их слабая сторона – они не дают точных измерений.

- термопара – работает по принципу измерения термоэлектрической разности потенциалов между горячим металлом сварного шва и свариваемым металлом для вычисления температуры. Применяется во время сварки, после неё и для термической обработки с целью постоянного мониторинга и контроля температуры нагрева и охлаждения. Оборудование дает точные измерения в широком диапазоне температур, но у него есть необходимость периодической калибровки.

Температуры предварительного подогрева основного металла в зависимости от толщины и содержания углерода приведена в таблице 1.

Таблица 1

Наплавляемый металл	Толщина детали, мм	Металл основы						
		C-ЭВ <0,3	C-ЭВ 0,3 - 0,6	C-ЭВ 0,6 - 0,8	5-11%Cr	>12%Cr	Нержавеющая сталь	Марганцовистая сталь (>14%Mn)
Низкоуглеродистая сталь	≤ 20	-	100	150	150	100	-	-
	20 - 60	-	150	200	250	200	-	-
	≥ 60	100	180	250	300	200	-	-
Инструментальная сталь	≤ 20	-	100	180	200	100	-	-
	20 - 60	-	125	250	250	200	-	о
	≥ 60	125	180	300	350	250	-	о
Хромистая сталь (≈12%Cr)	≤ 20	-	150	200	200	х	-	х
	20 - 60	100	200	275	300	х	150	х
	≥ 60	200	250	350	375	х	200	х
Нержавеющая сталь	≤ 20	-	-	-	-	о -	-	-
	20 - 60	-	100	125	150	* 200	-	-
	≥ 60	-	150	200	250	* 200	100	-
Марганцовистая сталь	≤ 20	-	-	-	х	х	-	-
	20 - 60	-	-	* 100	х	х	-	-
	≥ 60	-	-	* 100	х	х	-	-
Железохромно-углеродистый сплав	≤ 20	-	о -	о -	о -	о -	о -	о -
	20 - 60	-	100	200	* 200	* 200	о -	о -
	≥ 60	о -	200	250	* 200	* 200	о -	о -

- - отсутствие предварительного подогрева или подогрев до температуры ниже 100°C;
о - предварительный подогрев применяется при большой поверхности детали;
* - для предотвращения растрескивания предварительно наплавляйте промежуточный слой.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходим предварительный подогрев металла перед сваркой?
2. Назовите способы термической обработки металлоконструкций до и во время сварки.
3. Назовите способы контроля температуры подогреваемых поверхностей.

4.1.4 Однослойная сварка стали во всех пространственных положениях

Технология ручной дуговой сварки предусматривает выполнение следующих операций: возбуждение дуги, перемещение электрода в процессе сварки, порядок наложения швов в зависимости от особенностей сварных соединений.

В процессе сварки необходимо поддерживать постоянную длину дуги. Длинная дуга способствует более интенсивному окислению и азотированию расплавленного металла, увеличивает разбрызгивание, а при сварке покрытыми электродами основного типа приводит к пористости металла.

Для образования сварного шва электроду придается сложное движение в трёх направлениях (рис. 6).

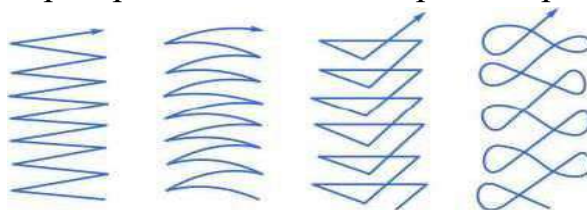


Рис. 6.

Во-первых, это поступательное движение электрода в направлении его оси со скоростью его плавления, что обеспечивает поддержание определенной длины дуги. Во-вторых, это движение электрода вдоль оси шва со скоростью сварки. В результате этих двух движений образуется узкий, шириной не более 1,5 диаметра электрода, так называемый ниточный шов. Такими швами сваривают тонкий металл, а также корень шва при многослойной (многопроходной) сварке. В-третьих, это колебание конца электрода перпендикулярно оси шва, которое необходимо для образования валика определенной ширины, хорошего провара кромок и замедления остывания сварочной ванны. Колебательные движения электрода перпендикулярно оси шва могут быть различными (в зависимости от формы, размеров и положения шва в пространстве).

При обрыве дуги в металле образуется кратер, являющийся местом скопления неметаллических включений и преимущественного зарождения трещин. В связи с этим при повторном зажигании дуги, например при смене электрода, следует переплавить застывший металл кратера и только после этого продолжить процесс сварки. Заканчивают сварку заваркой кратера. Для этого электрод держат неподвижно до естественного обрыва дуги или быстро укорачивают дугу вплоть до частых коротких замыканий, после чего ее резко обрывают.

При сварке встык без скоса кромок шов должен иметь небольшое уширение с одной или с двух сторон стыка. Стыковые соединения со скосом одной или двух кромок сваривают одно- или многослойными швами. При сварке однослойным швом дугу возбуждают на краю скоса кромки, а затем, переместив ее вниз, проваривают корень шва. На скосах кромок движение электрода замедляют, чтобы лучше их проварить. При переходе дуги с одной кромки на другую скорость движения электрода увеличивают во избежание прожога в зазоре между кромками.

Различают следующие основные положения швов в пространстве: нижнее, вертикальное, горизонтальное (на вертикальной плоскости) и потолочное. В зависимости от положения в пространстве существенно

меняются условия формирования валика шва, его внешний вид и качество, а также производительность сварки.

Нижнее положение наиболее удобно для сварки, так как капли электродного металла легко переходят в сварочную ванну под действием собственной силы тяжести и жидкий металл не вытекает из нее. Кроме того, легко наблюдать за процессом формирования шва. В процессе сварки электрод держат по направлению сварки под углом $10...20^\circ$.

При сварке в вертикальном положении расплавленный металл стремится стечь вниз, поэтому вертикальные швы выполняют очень короткой дугой. Вертикальные швы выполняют как снизу вверх, так и сверху вниз. В первом случае дуга возбуждается в самой нижней точке вертикально расположенных пластин и после образования ванны жидкого металла электрод, установленный сначала горизонтально, отводят немного вверх. При этом застывший металл шва образует подобие полочки, на которой удерживаются последующие капли металла. Для предотвращения вытекания жидкого металла из ванны необходимо совершать колебательные движения электродом перпендикулярно оси шва с отводом его вверх и поочередно в обе стороны. Это обеспечивает быстрое затвердевание жидкого металла.

Сварку сверху вниз выполняют при малой толщине металла или при наложении первого слоя шва в процессе многослойной сварки. В этом случае подтекающий под дугу жидкий металл уменьшает возможность образования сквозных прожогов. В начале сварки дуга возбуждается в самой верхней точке пластин при горизонтальном расположении электрода. После образования ванны жидкого металла электрод наклоняют на $15...20^\circ$ с таким расчетом, чтобы дуга была направлена на основной и наплавленный металл. Для улучшения условий формирования шва амплитуда колебаний электрода должна быть небольшой, а дуга – очень короткой, чтобы капли расплавленного металла удерживались от стекания вниз.

При выполнении швов в горизонтальном положении для предупреждения стекания жидкого металла скос кромок обычно делают на одной верхней детали. Дуга в этом случае возбуждается на нижней горизонтальной кромке, а затем переносится на притупление деталей и на верхнюю кромку, поднимая вверх стекающую каплю металла. Колебательные движения электродом совершают по спирали. Горизонтальными сварными швами легче выполнять нахлесточные соединения, чем стыковые, так как горизонтальная кромка листа способствует удержанию расплавленного металла от стекания вниз.

Контрольные вопросы

1. В скольких направлениях осуществляется движение электрода для формирования сварного шва?
2. Опишите особенность сварки в горизонтальном положении.
3. Опишите особенность сварки в вертикальном положении.
4. Опишите особенность сварки в потолочном положении.

4.1.5 Многослойная сварка стали

Сварку соединений ответственных конструкций большой толщины (свыше 25 мм) в случае появления объемных напряжений и возрастания опасности образования трещин выполняют с применением специальных приёмов заполнения швов блоками или каскадом (рис. 7).



Рис. 7.

При сварке каскадом сначала в разделку кромок наплавляют первый слой небольшой длины 200...300 мм, затем второй слой, перекрывающий первый и имеющий примерно в 2 раза большую длину. Третий слой перекрывает второй; он длиннее его на 200...300 мм. Так наплавляют слои до тех пор, пока на небольшом участке над первым слоем разделка не будет заполнена. Затем от этого участка сварку ведут в разные стороны короткими швами тем же способом. Таким образом, зона сварки все время находится в горячем состоянии, что предупреждает появление трещин. При блочном методе используют обратноступенчатую сварку, при которой многослойный шов выполняют отдельными участками с полным заполнением каждого из них.

В большинстве случаев тавровые соединения сваривают в положении, когда одна деталь соединения расположена горизонтально, а вторая – вертикально. Сварку угловых швов при таком положении проводят наклонным электродом.

При многослойной сварке для лучшего провара корня шва первый слой выполняют узким или ниточным швом электродом диаметром 3...4 мм без колебательных движений. При наплавке швов с катетами более 8 мм сварку ведут в два слоя и более (рис. 8).



Рис. 8.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют приёмы многослойного заполнения шва?
2. Опишите метод многослойного заполнения таврового шва.

4.1.6 Холодная и горячая сварка чугуна

Обычно сварка чугуна применяется для устранения дефектов в отливках, а также при ремонте промышленных конструкций. Сварка чугуна подразделяется на холодную и горячую в зависимости от температуры предварительного прогрева.

Холодная сварка включает предварительную очистку, разделку кромок, собственно сварку и проковку. Сваривают чугун холодным способом с помощью медно-никелевых, никелевых, медно-железных, железоникелевых и стальных электродов.

При сварке медно-никелевыми электродами (МНЧ-2) наплавленный металл имеет невысокую твёрдость и легко поддается обработке. Недопустим перегрев изделия, во избежание чего его периодически охлаждают. Наплавленные валики проковывают с помощью легкого слесарного молотка.

При сварке никелевыми электродами (ОЗЧ-3) удаётся заваривать небольшие дефекты, обнаруженные при обработке чугунного литья. Затем изделие проковывают, что предотвращает образование трещин на участке сварочного шва.

Сварка с помощью медно-железных электродов (ОЗЧ-2) в целом используется в тех же случаях, что и сварка никелевыми электродами.

При сварке железо-никелевыми электродами (ОЗЖН-1) обеспечивается высокая прочность шва. Эти электроды применяют для устранения дефектов на поверхности чугунного изделия.

При сварке стальными электродами (УОНИ-13/45), снабжёнными легирующим покрытием, необходимо тщательно подготовить кромки деталей. Детали рекомендуется сваривать вразбивку, отдельными швами длиной около 100 мм. По окончании сварки изделие охлаждают, а затем проковывают.

Горячая сварка включает предварительную обработку, формовку, подогрев до температуры 600...800 °С, собственно сварку и постепенное охлаждение изделия.

Изделие очищают от загрязнений. На дефектном участке разделяют полость, в которой можно перемещать электрод. Формовка производится для того, чтобы предупредить вытекание расплавленного металла из сварочной ванны, а также для придания наплавке соответствующей формы. При формовке используются пластинки из графита и формовочная масса. Подогрев изделия производят с помощью индукционного тока или в особых нагревательных печах.

При сварке чугуна горячим способом применяют электроды марок ЭЧ-1, ЦЧ-5, ЭЧ-2 диаметром 8, 10, 12 и 16 мм при силе сварочного тока соответственно 600...800, 700...800, 1000...1200 и 1500...1800 А. Также можно использовать ручную дуговую сварку на постоянном токе прямой полярности силой от 280 до 600 А; при этом применяются угольные электроды диаметром от 8 до 18 мм.

Если объём сварочной ванны велик, то расплавленный металл необходимо постоянно перемешивать концом присадочного прутка. Защищать и раскислять металл, находящийся в сварочной ванне, рекомендуется с помощью флюсов.

Сварка чугуна горячим способом гораздо более трудоёмка, чем холодная сварка.

Контрольные вопросы

1. В чём отличие холодной сварки чугуна от горячей?
2. Какие электроды используются при сварке чугуна?
3. Для чего в основном необходима сварка чугуна?

4.1.7 Особенности технологии и техники наплавки

Наплавка – нанесение с помощью сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия. Процессы наплавки занимают важное место в сварочной технике при ремонте и восстановлении первоначальных (необходимых) размеров и свойств изделий (деталей), изготовлении новых изделий в целях обеспечения надлежащих свойств конкретных поверхностей и т.п.

В первом случае (при восстановлении, ремонте) наплавку выполняют примерно тем же металлом, из которого изготовлено изделие, однако такое решение не всегда целесообразно. Иногда при изготовлении новых деталей (и даже при ремонте) целесообразней на поверхности получить металл, отличающийся от металла детали.

В ряде случаев условия эксплуатации поверхностных слоёв значительно отличаются от условий эксплуатации всего остального материала изделия. Так, например, если деталь (изделие) должна определять общую прочность, которая зависит от свойств металла и его сечения, то поверхностные слои часто дополнительно должны работать на абразивный или абразивно-ударный износ (направляющие станин, зубья ковшей землеройных орудий, желоба валков канатноподъёмных устройств и др.). Условия работы могут усложняться повышенной температурой, эрозионно-коррозионным воздействием окружающей среды (морской воды, различных реагентов в химических производствах и др.).

Наплавку осуществляют нанесением расплавленного металла на поверхность изделия, нагретую до оплавления или до температуры надежного смачивания жидким наплавленным металлом. Наплавленный слой образует одно целое с основным металлом (металлическая связь). При этом, как правило (кроме некоторых случаев ремонтной наплавки, применяемой для восстановления исходных размеров деталей), химический состав наплавленного слоя может значительно отличаться от состава основного металла.

Толщина наплавленного металла, образованного одним или несколькими слоями, может быть различной: 0,5 ... 10 мм и более.

Выбор рационального способа и технологических приёмов наплавки определяется необходимостью получения детали с требуемыми размерами и наплавленного слоя с требуемыми свойствами. При этом должна быть обеспечена максимальная производительность и экономичность процесса.

Технологические приёмы и режимы дуговой наплавки зависят от формы и размеров изделий и весьма важны для получения надлежащего качества и состава наплавленного слоя (рис. 9). Метод перекрытия при наплавке.

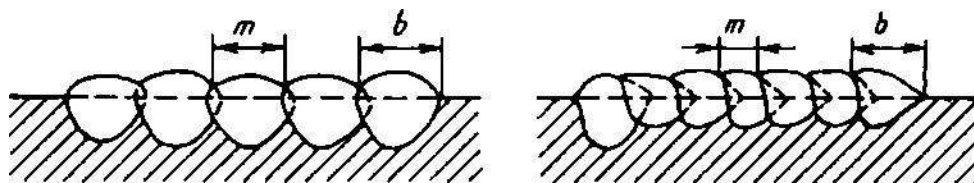


Рис. 9.

В связи с тем, что в большом числе случаев наплавленный слой необходимо подвергать механической обработке, наплавка лишнего металла нецелесообразна. Следует стремиться к тому, чтобы припуск на обработку не превышал 1,5...2 мм и после наплавки поверхность была бы достаточно ровной, без значительных напылов и провалов между валиками. Для обеспечения такой поверхности необходимо наплавку выполнять на оптимальных режимах с применением соответствующих технологических приёмов.

Детали со сложным профилем наплавляемой поверхности, как правило, требуют применения ручной дуговой наплавки, иногда полуавтоматической и реже автоматической при наличии дополнительных устройств или специальных манипуляторов, позволяющих по ходу выполнения наплавки поворачивать и наклонять изделие в положение, допускающее надёжное выполнение наплавки на высоких режимах. Полуавтоматическую наплавку выполняют в углекислом газе. При этом допускается отклонение наплавляемой плоскости от нижнего положения в значительно большей степени, чем при автоматической наплавке под флюсом.

В связи с тем, что в таких процессах наплавки стремятся избежать непосредственного воздействия высокотемпературного сварочного источника теплоты на наплавляемую поверхность, а соединение наплавляемого слоя с основным металлом осуществляется при минимальном подплавлении наплавляемой поверхности, к чистоте этой поверхности при подготовке к наплавке предъявляются весьма высокие требования. В целом наплавка требует тщательной отработки техники и режимов, различных для конкретных решаемых задач.

Контрольные вопросы

1. Что такое наплавка?
2. Какое назначение и области применения наплавки?
3. Как необходимо накладывать валики при наплавке?
4. Нужна ли предварительная обработка основного металла перед наплавкой?

4.1.8 Сварка листовых, решётчатых и трубных конструкций

Для *листовых* конструкций применяют листовой и фасонный прокат (листы, уголки, швеллеры и т. д.). Существует масса сварных листовых конструкций, начиная от сложных несущих рам, баков, балок, мостов, стоек и до очень простых по конструкции, например бытовой бак для воды.

Цилиндрические резервуары для различных жидкостей, в том числе и для нефтепродуктов, изготавливают из листовой стали. При сварке

конструкций применяются стыковые и нахлесточные соединения. В резервуарах вертикальные (поперечные) соединения выполняют стыковыми, а круговые соединения поясов – нахлесточными, так как очень сложно обеспечить сборку этих соединений встык без зазоров, особенно при больших диаметре и высоте.

К *решётчатым* конструкциям относятся: сварные стрелы, стойки различных грузоподъёмных кранов, фермы конвейеров и различных перекрытий, мачты, стойки, опоры и подобные конструкции. Решётчатые конструкции изготовляют в основном из профильного проката: уголков, труб, швеллеров. Особенность этих конструкций – короткие по протяжённости швы, нахлесточные и угловые соединения. Для сварки решётчатых конструкций применяют ручную дуговую, полуавтоматическую сварку в углекислом газе, как более манёвренную и удобную в работе. В решётчатых конструкциях до 40% швов неудобных по доступности. Обычно толщина свариваемого металла 5...12 мм. При сборке решётчатых конструкций редко бывают стыковые соединения, но если они есть, то их сварку нужно выполнять в первую очередь, так как в этих соединениях максимальная усадка шва и могут произойти либо деформация, либо внутренние напряжения, а в худшем случае образование трещин.

Сварку швов следует выполнять «вразброс» для уменьшения сосредоточенного нагрева в одной зоне.

Обычно решётчатые конструкции собирают в специальных стендах, кондукторах, но, иногда, при единичном производстве, - на плитах, стеллажах по разметке вручную. Длина прихваток 20...30 мм, прихватки накладывают повышенным током, сечением 0,5 от шва и только в местах, подлежащих сварке. Для прихватки используются те же материалы, что и для сварки узла.

Сварка является почти основным процессом при производстве труб от малых диаметров до труб диаметра 2,5 м, в том числе и спиральная (по спирали) сварка труб. Трубы изготовляют из листов разной толщины. Трубы большого диаметра изготовляют из двух половин, затем сваривают.

Трубы широко применяются для изготовления различных сварных *трубных* конструкций (рис. 10). Трубы производят из низкоуглеродистой, низколегированной и высоколегированной стали.

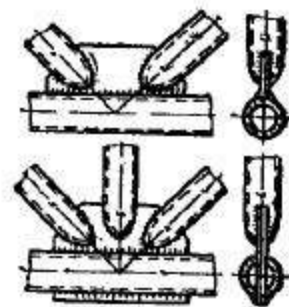


Рис. 10.

При ручной сварке стыков труб на монтаже сначала проваривают корневой шов повышенным током электродами диаметром 3 мм, затем последующие слои – электродами диаметром 4 мм. При монтаже трубопроводов к трубам приваривают фланцы, патрубки, заглушки и т. п. В большинстве случаев трубные конструкции варят полуавтоматами в защитном газе, а также вручную – электродами.

Контрольные вопросы

1. Какие конструкции относятся к листовым?
2. Что такое решётчатая конструкция?
3. Из каких материалов изготавливается решётчатая конструкция?
4. Какие швы варят в первую очередь?
5. Какие виды трубных конструкций Вам известны?

4.1.9 Сварка неповоротных стыков труб

Перед сборкой и сваркой трубы проверяют на отсутствие эллипсности труб; отсутствие разностенности труб; соответствие химического состава и механических свойств металла трубы требованиям, указанным в технических условиях или ГОСТах.

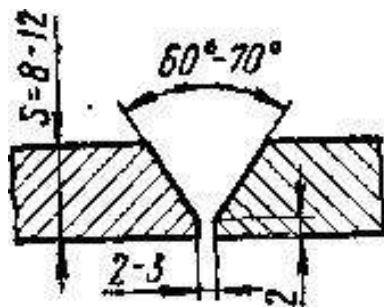


Рис. 11.

При подготовке стыков труб под сварку проверяют перпендикулярность плоскости реза трубы к ее оси, угол раскрытия шва и величину притупления. Угол раскрытия шва должен составлять 60...70°, а величина притупления 2...2,5 мм (рис. 11). Фаски снимают с торцов труб механическим способом, газовой резкой или другими способами, обеспечивающими

требуемую форму, размеры и качество обрабатываемых кромок.

Разностенность толщин стенок свариваемых труб и смещение их кромок не должны превышать 10% от толщины стенки, но быть не более 3 мм. При стыковке труб должен обеспечиваться равномерный зазор между соединяемыми кромками стыкуемых элементов, равный 2...3 мм.

Перед сборкой кромки стыкуемых труб, а также прилегающие к ним внутренние и наружные поверхности на длине 15...20 мм очищают от масла, окалины, ржавчины и грязи.

Прихватки, являющиеся составной частью сварного шва, выполняют те же сварщики, которые будут сваривать стыки, с применением тех же электродов.

При сварке труб диаметром до 300 мм прихватка выполняется равномерно по окружности в 4 местах швом высотой 3—4 мм и длиной 50 мм каждая. При сварке труб диаметром более 300 мм прихватки располагают равномерно по всей окружности стыка через каждые 250...300 мм.

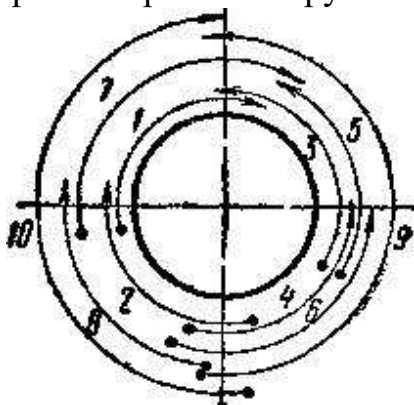


Рис. 12.

Неповоротные стыки труб при толщине стенок до 12 мм свариваются в три слоя. Высота каждого слоя не должна превышать 4 мм, а ширина валика должна быть равной двум-трём диаметрам электрода.

Стыки труб диаметром более 300 мм свариваются обратно-ступенчатым способом. Длина каждого участка должна быть 150...300 мм (рис. 12).

Первый слой образуется при поступательно-возвратном движении электрода с задержкой дуги на сварочной ванне. Величина тока устанавливается в 140—170 А, что позволяет проплавлять кромки стыка с образованием узкого ниточного валика высотой 1...1,5 мм на его внутренней стороне. При этом на свариваемые кромки не должны попадать крупные брызги расплавленного металла, и сварка должна быть выполнена без прожогов. Для этого дугу необходимо держать короткой, а отрывая от ванны, удалять её не более чем на 1...2 мм. Перекрытие начала и конца смежного слоя должно составлять 20...25 мм.

Режим для сварки второго слоя тот же, что и для сварки первого слоя. Электрод при сварке второго слоя должен иметь поперечные колебания от края одной кромки к краю другой кромки.

При сварке поверхность каждого слоя может быть вогнутой или слегка выпуклой. Чрезмерная выпуклость шва, особенно при потолочной сварке, может быть причиной непровара.

Для облегчения наблюдения за зоной сварки в направлении ведения последнего слоя, предпоследний слон накладывают в области кромок так, чтобы его поверхность была на 1...1,5 мм ниже свариваемых кромок. Последний слой выполняют с усилением 2...3 мм и шириной на 2...3 мм большей, чем ширина разделки кромок. Он должен иметь плавный переход от наплавленного металла к основному.

Контрольные вопросы

1. Какая максимальная разностенность должна быть у свариваемых труб?
2. Каким способом свариваются трубы диаметром более 300 мм?
3. Сколько видов пространственных положений шва приходится на один неповоротный стык?

4.1.10 Сварка арматуры железобетона

Сталь для арматуры – это стержни круглого или периодического сечения (рифлёные) из низкоуглеродистой и среднеуглеродистой сталей (Ст5, 25Г2С, 35ГС) диаметром от 6 до 90 мм.

Для сварки арматуры применяют различные способы сварки: ручную, полуавтоматическую, электрошлаковую в остающейся стальной форме (подобие опалубки). Для сварки арматурных сеток часто применяют контактную точечную сварку.

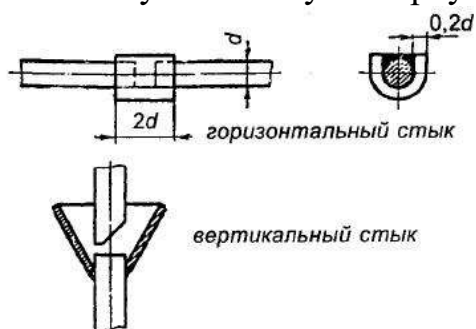


Рис. 13.

Особо следует отметить способ так называемой ванной сварки стыковых соединений арматуры сравнительно больших диаметров (рис. 13).

Вначале дуга зажигается на нижней части формы, после образования ванны расплавленного металла и шлака от электрода дуга исчезает и процесс переходит в электрошлаковый. Электродный металл

плавится в расплавленном шлаке и расплавленный металл оседает в расплавленной ванне. За счёт высокого сварочного тока процесс проходит быстро и качественно. При определенных условиях процесс переходит иногда в дуговой, затем снова в электрошлаковый.

Контрольные вопросы

1. Что такое арматура и для чего используется?
2. Какой наиболее эффективный способ сварки арматуры?

4.1.11 Плазменная резка деталей по разметка.

Низкотемпературная плазма представляет собой нагретый до 10000...50000°C электропроводящий газ, состоящий из положительно и отрицательно заряженных газовых частиц, содержащихся в равных количествах. Низкотемпературную плазму для резки получают обычно в электрической дуге, создаваемой в специальном инструменте – плазмотроне, пропускающей через него технические газы.

Разработаны две схемы плазменно-дугового разряда: плазменная дуга, возбуждаемая между катодом плазмотрона и обрабатываемым металлом (дуга прямого действия), и плазменная струя, возбуждаемая между независимыми от обрабатываемого материала электродами (независимая дуга). В обеих схемах дуговой разряд возбуждается в узких каналах плазмотронов, которые позволяют при относительно небольших расходах плазмообразующей среды получать значительные скорости потоков плазмы.

Сущность процесса плазменно-дуговой резки заключается в расплавлении высокотемпературным потоком газов металла в ограниченном объеме с последующим удалением расплава из полости реза струёй.

Толщина разрезаемого металла зависит от мощности дуги и, в первую очередь, от напряжения на дуге. На глубину прорезания влияют характеристики источника тока, размеры каналов режущих сопел, состав и расход газов. Сила тока задается такой, чтобы обеспечить выделение в столбе дуги электрической мощности, при которой интенсивность расплавления металла соответствует заданной скорости резки.

В качестве плазмообразующих сред при плазменно-дуговой резке используют различные технические газы, которые по своему воздействию на катод подразделяются на неактивные (аргон, азот, водород) и активные (воздух, кислород). Плазмообразующие среды должны обеспечивать надежное зажигание дуги и хорошую стабилизацию дуги, эффективное преобразование электрической энергии в тепловую и наиболее равномерную передачу энергии по толщине разрезаемого металла, отсутствие неблагоприятного воздействия на электрод и поверхность разрезаемого металла.

Процесс воздушно-дуговой резки с использованием в качестве плазмообразующей среды сжатого воздуха широко применяется при резке конструкционных и высоколегированных сталей.

Перед резкой для уменьшения дымообразования и повышения качества

реза поверхность листового металла очищают от бумаги и консервирующей смазки; при ремонтных или демонтажных работах поверхность металла перед резкой можно не очищать. В месте начала реза необходимо удалить краску, а также ржавчину в целях обеспечения электрического контакта факела вспомогательной дуги с этим участком.

Обрабатываемый металл должен надежно контактировать с положительным (заземляющим) проводом. Если нельзя гарантировать надежный контакт, целесообразно подводить положительный провод к контактной струбцине, укрепляемой на разрезаемом изделии.

Для ручной или полуавтоматической резки детали размечают прочерчиванием и кернением контура с шагом между точками 10...20 мм. Меловая разметка не обеспечивает точного воспроизведения контура и с поверхности некоторых металлов легко стирается (сдувается). При разметке деталей учитывают припуски на резку в зависимости от назначения вырезаемых деталей.

При возбуждении режущей дуги важно установить плазмотрон над начальной кромкой разрезаемого металла или подвести его к кромке с горящим факелом вспомогательной дуги таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить возбуждение режущего разряда без образования двойной дуги, а с другой стороны, исключить возможность неполного прорезания начальной кромки.

Для этого плазмотрон устанавливают над начальной кромкой таким образом, чтобы ось формирующего сопла была от неё на расстоянии 3...5 мм. При значительном увеличении этого расстояния факел вспомогательной дуги может не обеспечить электрического контакта с разрезаемым металлом. Если при этом и произойдет контакт, то столб режущей дуги может отклониться в сторону кромки настолько, что возникнет двойная дуга. При задержке резака на какое-то время у кромки дуга успеет её проплавить; при этом образуется полуцилиндрическая канавка большой ширины, поэтому после возбуждения режущей дуги не следует задерживать резак у начальной кромки более чем на 2...5 с (в зависимости от толщины металла).

В процессе резки необходимо поддерживать постоянное расстояние между торцом наконечника плазмотрона и поверхностью разрезаемого металла. Это расстояние должно быть минимальным, так как с его увеличением возрастает неперпендикулярность кромок реза в его верхней части. Однако при очень малом расстоянии сопло может выйти из строя от случайных замыканий с крупными брызгами металла, приварившимся шлаком и т.п. Обычно указанное расстояние должно составлять 3...10 мм.

В процессе резки о правильности назначенного режима можно судить по потоку искр, выбрасываемых из полости реза. Если выбрасываемый поток искр перпендикулярен поверхности листового металла, то образующиеся поверхности кромок близки к параллельным; если этот поток отклоняется в сторону, противоположную движению резака, то неперпендикулярность образующегося реза не превышает требований для класса 3. Значительное отклонение потока искр от перпендикуляра к поверхности реза и стекание

выплавленного металла в виде крупных капель указывают на то, что скорость резки близка к предельно возможной и может возникнуть неполное прорезание. В этом случае брызги металла выбрасываются вверх или в сторону реза.

Контрольные вопросы

1. Что используют для разметки детали?
2. Какое расстояние должно быть от торца наконечника плазмотрона до разрезаемого металла?
3. Что используют в качестве плазмообразующей среды при воздушно-дуговой резке?
4. Назовите сущность процесса плазменно-дуговой резки.

4.1.12 Воздушно-дуговая строжка деталей

Воздушно-дуговую резку разделяют на поверхностную строжку и разделительную резку. Поверхностную строжку применяют для разделки дефектных мест в металле и сварных швах, а также для подрубки корня шва и снятия фасок. Фаску можно снимать одновременно на обеих кромках листа. Ширина канавки, образующаяся при поверхностной строжке, на 2...3 мм превышает диаметр электрода. Воздушно-дуговую разделительную резку и строжку применяют при обработке нержавеющей стали и цветных металлов. Она имеет ряд преимуществ перед другими способами огневой обработки металлов, так как более проста, а также более дешевая и более производительна.

При воздушно-дуговой строжке металл расплавляется дугой, горящей между изделием и угольным электродом, а удаляется струей сжатого воздуха.

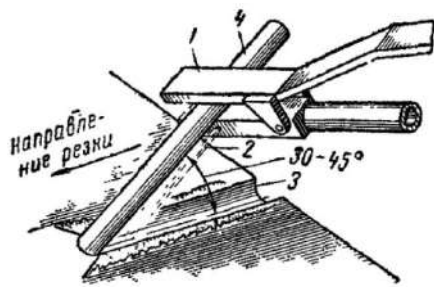


Рис. 14. Схема процесса воздушно-дуговой резки. 1 – резак, 2 – воздушная струя, 3 – канавка, 4 – электрод.

Воздушно-дуговую строжку металлов выполняют постоянным током обратной полярности, так как при дуге прямой полярности металл нагревается сравнительно на широком участке, вследствие чего удаление расплавляемого металла затруднено. Возможно применение и переменного тока. Для воздушно-дуговой резки применяют специальные резаки, которые классифицируются на резаки с

последовательным расположением воздушной струи и резаки с кольцевым расположением воздушной струи.

В резаках с последовательным расположением воздушной струи относительно электрода сжатый воздух обтекает электрод только с одной стороны.

Для воздушно-дуговой строжки применяют угольные или графитовые электроды. Графитовые электроды более стойки, чем угольные. По форме электроды бывают круглыми и пластинчатыми.

Перед проведением воздушно-дуговой строжки операции по

подготовке сварочного оборудования к работе и монтажу электрической цепи и воздушной магистрали, питающих резак током и сжатым воздухом, необходимо производить в следующей очередности:

- установка и подключение источника питания дуги. Источник питания дуги следует устанавливать и подключать по возможности ближе к месту проведения работ по воздушно-дуговой строжке, согласно действующим инструкциям и правилам эксплуатации сварочного оборудования;

- установка и подключение передвижного компрессора согласно правилам эксплуатации компрессорных установок при отсутствии магистрали сжатого воздуха;

- подсоединение резака для воздушно-дуговой строжки кабелем к источнику питания дуги и воздушным шлангом к магистрали сжатого воздуха;

- подача воздуха в канал резака, при этом следует предварительно открыть вентиль воздушной магистрали. Проверка выхода сжатого воздуха из отверстий головки резака;

- включение источника питания дуги. Установка на балластном реостата тока 15 А. Проверка наличия тока в цепи на пробном куске металла, при этом следует вставить электрод в губки резака. При исправной цепи питания дуги установка на балластных реостатах тока необходимой величины.

Величину тока для ВДС следует выбирать в зависимости от размера поперечного сечения электрода по таблице 2.

Таблица 2

Размеры поперечного сечения электрода			Рекомендуемая величина тока (А) для электродов	
Стороны прямоугольного сечения, мм	Диаметр круглого сечения, мм	Площадь сечения, мм	Неомедненных	омедненных
—	8	50	280-320	360-400
—	10	80	350-400	450-500
10x10	—	100	450-550	—
12x12	—	144	500-700	—
14x14	—	196	600-900	—

Скорость перемещения электрода устанавливается опытным путем в зависимости от размера поперечного сечения электрода, величины тока и давления сжатого воздуха. Постоянство скорости перемещения электрода в процессе строжки существенно влияет на форму канавки. Скорость перемещения электрода находится в пределах 600-750 мм/мин.

Угол наклона электрода к поверхности детали в зависимости от толщины удаляемого слоя металла находится в пределах 30...60°.

Интенсивное удаление расплавленного металла происходит при избыточном давлении сжатого воздуха 4,5-6 кгс/см².

При правильно подобранной величине тока, скорости перемещения, угле наклона электрода и давлении сжатого воздуха канавка имеет по всей длине постоянное сечение, а ее поверхность – характерный металлический

блеск. Не допускается оставлять не удалённый потоком воздуха расплавленный металл на дне канавки из-за повышенного содержания в нём углерода.

Контрольные вопросы

1. Назовите очерёдность подготовительных операций.
2. Что такое воздушно-дуговая строжка?
3. Для чего нужна воздушно-дуговая строжка?
4. На каком токе происходит процесс строжки?

4.1.13 Выполнение предварительного и сопутствующего подогрева

Чтобы уменьшить скорость охлаждения после сварки и разность температур между нагретыми и холодными частями изделий, при сварке закаливающихся сталей или металла больших толщин, а также сварке при низких окружающих температурах следует применять предварительный или сопутствующий подогрев изделия в целом или его околошовной зоны.

Температура подогрева определяется свойствами металла и составляет: для стали 500...600°, чугуна 700...800°, алюминия 250...270°, бронзы 300...400°. Низкотемпературный подогрев до 100...200° применяется в случае сварки стали при низких окружающих температурах.

В многослойных швах подогрев производится только при наложении первого валика. Последующие слои стараются наплавлять на металл, еще не полностью остывший после наплавки предыдущего слоя. При остывании предыдущего слоя ниже требуемой температуры производят сопутствующий подогрев.

Обычно предварительный подогрев производится специальными газовыми горелками или резаками. Температура пламени пропана при сгорании в кислороде 2700...2800°С. Реже применяется подогрев индуктором или в печах. Подогрев выполняется симметрично сварному шву на ширину 50...80 мм до требуемой температуры. При проведении подогрева ограждают участок сварки, стараясь избежать сквозняков. Остывание шва после сварки так же рекомендуют проводить на «спокойном» воздухе или в термосе. Температуру нагрева контролируют термокарандашом и пр.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях необходим сопутствующий подогрев?
2. Чем определяется температура подогрева?
3. Чем осуществляется подогрев околошовной зоны?

4.1.14 Устранение выявленных дефектов

Кратеры, непровар, поверхностные и внутренние поры, неметаллические включения обрабатывают абразивным инструментом или пневматическим зубилом, а затем заваривают образовавшееся углубление. Можно также использовать кислородную или воздушно-дуговую резку.

Наружные трещины разделяют резаком или зубилом, кромки

раздела очищают от брызг металла, окалины, шлака, а затем заваривают. Кроме того, перед разделкой трещины рекомендуется по её концам высверлить отверстия, что предупредит её дальнейшее распространение.

Нарушение размеров и формы шва исправляют так. При неполномерности шва наплавляют слой металла. Слишком толстый шов уменьшают при помощи абразивного инструмента или пневматического зубила. Участок зоны сплавления затем заваривают тонким швом.

Швы с внутренними трещинами вырубают полностью, а затем заваривают заново. При наличии сетки трещин удаляют весь участок, а затем на это место наваривают заплату.

Контрольные вопросы

1. Как исправляют поверхностные и внутренние поры?
2. Как исправляют трещины?
3. Как исправляют кратеры?

4.1.15 Сварка и резка конструкций в полном объёме и технологической точности

Рассмотрим выполнение сварного изделия «накладка Ш17.002.000 У19».

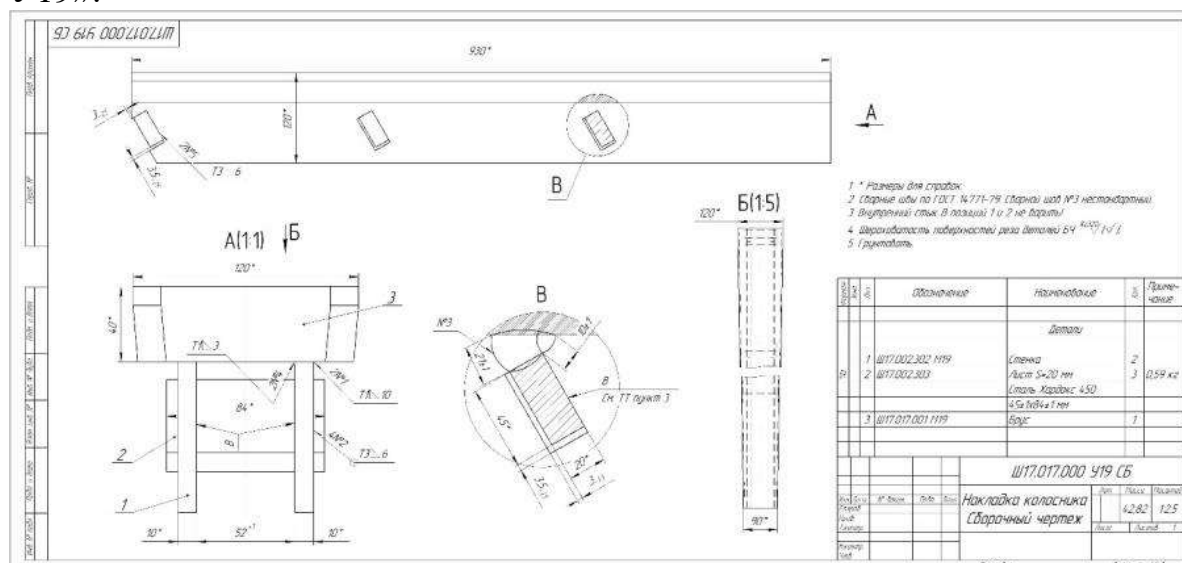


Рис. 15. Сборочный чертёж накладки колосника.

Накладка является узлом колосника (рис. 16), стоящего перед щёковой дробилкой и выполняющего роль сита. Колосник отсеивает мелкие куски руды, а крупные по установленным накладкам попадают в дробилку. Накладка служит защитой корпуса колосника от истирания и является быстроизнашиваемой деталью. Всего на колоснике устанавливаются 15 накладок. Из-за работы в условиях высокого абразивного

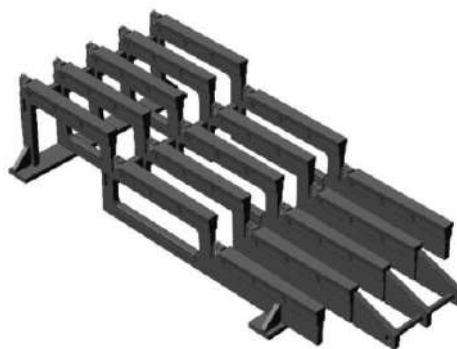


Рис. 16.

износа для увеличения срока службы накладку изготавливают из стали Хардокс 450, наиболее подходящей для работы в этих условиях.

Накладка состоит из двух стенок, трёх листов и одного бруса. Три листа Ш17.002.303 вырезать газом или плазмой из листа толщиной 20 мм в размер 40×84 мм. Брус Ш17.017.001 М19 вырезать из листа толщиной 40 мм газом по чертежу, так же газом снять две фаски. Стенку Ш17.002.302 М19 вырезать из листа толщиной 10 мм газом или плазмой по разметке или на портальной газорезательной машине с ЧПУ. Все вырезанные детали очистить от грата и шлифмашинкой зачистить места, предназначенные для сварки до металлического блеска.

Разметить брус под установку стенок, выдержав расстояние 52^{+1} мм. Установить стенки по разметке выдерживая угол 90° . Прихватить стенки в трёх местах каждую. Установить в пазы стенок листы, прихватить. Собранный накладку проверить на качество сборки и передать на сварочный участок.

Подогреть накладку до $150...200^\circ\text{C}$, варить ручной дуговой или полуавтоматической сваркой в среде защитных газов в начале коренные швы, затем основные по сборочному чертежу. Обратить внимание на технические требования об отмеченных особо сварных швах. Зачистить изделие от брызг. Контролировать качество сварных соединений и геометрические размеры.

Передать изделие на грунтовку.

Контрольные вопросы

1. Сколько разновидностей швов на рассмотренном изделии?
2. Для чего необходим предварительный низкотемпературный подогрев?
3. Для каких условий работы подходит сталь Хардокс?

4.1.16 Правила безопасного ведения работ, пожарной и электробезопасности; нормы охраны труда и окружающей среды при электрогазосварочных работах

К выполнению сварочных работ могут допускаться только рабочие, сдавшие техминимум по правилам техники безопасности.

Запрещается производить сварочные работы в непосредственной близости от огнеопасных и легко воспламеняющихся материалов (бензина, керосина, пакли, стружки и пр.).

Все сварочное оборудование должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» и действующим ГОСТ на него.

Присоединение и отсоединение от сети электросварочных установок должно производиться электротехническим персоналом.

Все сварочные установки должны эксплуатироваться под наблюдением ответственных лиц, имеющих необходимую техническую и практическую подготовку в области сварочного дела.

Сварщики должны быть обучены и аттестованы по электробезопасности.

Корпус любого источника питания сварочной установки необходимо надежно заземлять.

На органах управления сварочным оборудованием должны быть чёткие надписи или условные знаки, указывающие их функциональное назначение. Все рукоятки и маховички управления должны быть изготовлены из изоляционного материала, чтобы сварщик во время сварки не касался металлических частей. Для защиты от брызг расплавленного металла электросварщик должен быть одет в брезентовый костюм, иметь на руках брезентовые перчатки, а на голове – головной убор.

Для стационарно установленных светильников местного освещения напряжение не должно превышать 36В, а для переносных светильников – 12В.

Ток величиной 0,1 А считается смертельно опасным для человека.

Контрольные вопросы

1. Чем должны быть снабжены сварочные установки при проведении особо опасных работ?
2. Как заземляются электросварочные установки?
3. Кем производится подсоединение и отсоединение сварочного оборудования?

4.2 Комплексные производственные электрогазосварочные работы на предприятии

4.2.1 Подготовка металла, основного и вспомогательного оборудования для сварки, инструмента и приспособлений к работе.

Перед началом работы сварщик обязан осмотреть оборудование и убедиться в его исправности, произвести удаления пыли и грязи с источников питания, а также выполнить меры техники безопасности при сварке. Проверить электродержатели, газовое оборудование, СИЗ и пр.

При подготовке деталей под сварку поступающий металл подвергается: правке, разметке, наметке, резке, подготовке кромок под сварку, холодной или горячей гибке.

Правка металла выполняется либо на станках, либо вручную. Листовой и полосовой металл правят на различных листопрямительных вальцах. Ручная правка металла, как правило, производится на чугунных или стальных правильных плитах ударами кувалды или при помощи ручного винтового пресса. Угловая сталь правится на правильных вальцах (прессах). Двутавры и швеллеры правятся на приводных или ручных правильных прессах.

Разметка и наметка – это такие операции, которые определяют конфигурацию будущей детали. Механическая резка применяется для прямолинейного реза листов. Иногда механическая резка применяется для криволинейного реза листов посредством использования для этой цели роликовых ножниц с дисковыми ножами. Углеродистые стали разрезаются газокислородной и плазменно-дуговой резкой. По механизации эти способы могут быть ручными и механизированными. Для легированных сталей,

цветных металлов может применяться газофлюсовая или плазменно-дуговая резка.

Форма подготовки кромок металла под сварку зависит от его толщины. Основной металл и присадочный материал перед сваркой должны быть тщательно очищены от ржавчины, масла, влаги, окалины и различного рода неметаллических загрязнений. Наличие указанных загрязнений приводит к образованию в сварных швах пор, трещин, шлаковых включений, что приводит к снижению прочности и плотности сварного соединения.

Применяемые сборочно-сварочные приспособления должны обеспечивать доступность к местам установки деталей, к рукояткам фиксирующих и зажимных устройств, а также к местам прихваток и сварки. Эти приспособления должны быть также достаточно прочными и жёсткими, обеспечивать точное закрепление деталей в нужном положении и препятствовать их деформированию в процессе сварки. Кроме этого, сборочно-сварочные приспособления должны обеспечивать выгоднейший порядок сборки и сварки:

- наименьшее число поворотов при наложении прихваток и сварных швов;
- свободный доступ для проверки размеров изделий и их легкий съём после изготовления;
- безопасность сборочно-сварочных работ.

Любая сборочная операция не должна затруднять выполнение следующей операции. Поступающие на сборку детали должны быть тщательно проверены. Проверке подлежат все геометрические размеры детали и подготовленная форма кромок под сварку.

Сборка сварных конструкций, как правило, осуществляется либо по разметке, либо при помощи шаблонов, упоров, фиксаторов или специальных приспособлений – кондукторов, облегчающих сборочные операции. Подготовку и сборку изделий под сварку выполняют с соблюдением следующих основных обязательных правил:

- притупление кромок и зазоры между ними должны быть равномерными по всей длине;
- кромки элементов, подлежащих сварке, и прилегающие к ним места шириной 25...30 мм от торца кромки должны быть высушены, очищены от грата после резки, масла, ржавчины и прочих загрязнений;
- прихватку следует выполнять качественными электродами через интервал не более 500 мм при длине одной прихватки 50...80 мм;
- для обеспечения нормального и качественного формирования шва нужно в начале и в конце изделия прихватывать планки.

К инструменту сварщика относятся винтовые зажимы типа струбцин, в которые конец провода впаивается на твердом припое. Зажимы должны обеспечивать плотный контакт со свариваемым изделием. Для зачистки швов и удаления шлака используют проволочные щетки – ручные и с электроприводом. Для клеймения швов и обрубки шлака служат клейма, зубила и молотки.

Контрольные вопросы

1. Что должны обеспечивать сборочно-сварочные приспособления?
2. Как металл подготавливают к сборке?
3. Что является инструментом сварщика?
4. Как осуществляется сборка сварных конструкций?

4.2.2 Технологический процесс ручной дуговой сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей.

Сварка производится с помощью металлических электродов, снабженных покрытием. В начале работы необходимо зажечь дугу и установить требуемое значение сварочного тока, которое будет зависеть от особенностей сварного соединения и типа электрода. Чаще дугу зажигают, проводя электродом вдоль поверхности металла. Нормальная длина дуги составляет 0,5...1,1 диаметра электрода; с увеличением длины дуги внешний вид шва и глубина проплавления металла ухудшаются.

Сварку можно производить в разных направлениях: справа налево, слева направо, от себя, к себе. Каким бы ни было направление сварки, угол наклона электрода в сторону ведения шва должен составлять 15°.

Первое движение электрода – поступательное, вдоль оси – обеспечивает постоянную длину дуги и необходимую скорость плавления электрода.

Второе движение электрода – вдоль оси образующегося валика в направлении наплавки – обеспечивает образование сварочного шва.

Третье движение электрода – поперечное колебательное – обеспечивает прогрев кромок (слабый или усиленный), усиленный прогрев одной из кромок или усиленный прогрев корня шва.

При сварке в нижнем положении удастся получить шов наиболее высокого качества. Сечение шва можно заполнить в один проход, в несколько проходов или многослойно.

Длина шва при ручной дуговой сварке обычно составляет 300...1000 мм. Сварочные швы длиной до 300 мм называются короткими, 300...1000 мм – средними, длиной более 1000 мм – длинными. Проще всего выполнять короткие швы: движение напроход производится от начала до конца шва. Средние швы выполняют от середины к концу или обратноступенчатым способом. Длинные швы варят обратноступенчатым способом, разбивая их на отрезки длиной около 200 мм; направление, в котором производится сварка каждого из участков, не должно совпадать с общим направлением сварки.

Окончание сварки играет важную роль. При обрыве сварочной дуги необходимо правильно заварить кратер, где скапливается наибольшее количество вредных примесей, что грозит впоследствии образованием трещин. При обрыве дуги нельзя резко удалять электрод от поверхности металла: электрод перестают перемещать и медленно удлиняют сварочную

дугу до ее обрыва. При сварке низкоуглеродистых марок стали кратер выводят в сторону от варочного шва, на поверхность основного металла. При сварке марок стали, образующих закалочные структуры, такой вывод кратера недопустим.

Определение режима дуговой сварки играет едва ли не решающую роль для качества работы. Основные параметры при этом следующие: сила тока, полярность тока, диаметр электрода, скорость сварки, напряжение сварочной дуги, положение электрода, состав электрода и толщина его покрытия.

Сила тока должна быть максимальной, то есть соответствовать верхней границе рекомендованной величины. Чем ближе этот показатель к максимуму, тем глубже провар и больше наплавление металла.

Полярность тока и вид тока (постоянный или переменный) влияют на форму и размеры шва. Например, при сварке на постоянном токе обратной полярности глубина провара на 1/2 больше, чем при использовании постоянного тока прямой полярности; при сварке на переменном токе этот показатель будет примерно на 1/5 меньше, чем при использовании постоянного тока.

Контрольные вопросы

1. В каких направлениях производят сварку?
2. Какая длина шва при ручной дуговой сварке?
3. Каким способом варят длинные швы?
4. Как правильно закончить сварной шов без образования кратера?
5. Как определить длину дуги?

4.2.3 Технологический процесс автоматической и полуавтоматической сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей.

Сущностью и отличительной особенностью дуговой сварки в защитных газах является защита расплавленного и нагретого до высокой температуры основного и электродного металла от вредного влияния воздуха защитными газами, обеспечивающими физическую изоляцию металла и зоны сварки от контакта с воздухом и заданную атмосферу в зоне сварки. Используют инертные и активные защитные газы. При этом способе в зону дуги подаётся защитный газ, струя которого, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха, окисления и азотирования.

Сварку в защитных газах отличают следующие преимущества:

- высокая производительность (в 2-3 раза выше обычной дуговой сварки);
- возможность сварки в любых пространственных положениях, хорошая защита зоны сварки от кислорода и азота атмосферы, отсутствие необходимости очистки шва от шлаков и зачистки шва при многослойной

сварке;

- малая зона термического влияния;
- относительно малые деформации изделий;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- доступность механизации и автоматизации.

Недостатками этого способа сварки являются необходимость принятия мер, предотвращающих сдувание струи защитного газа в процессе сварки, применение газовой аппаратуры, а в некоторых случаях и применение относительно дорогих защитных газов.

Существуют следующие разновидности сварки в защитном газе: в инертных одноатомных газах (аргон, гелий), в нейтральных двухатомных газах (азот, водород), в углекислом газе. Наиболее широкое применение получили аргонодуговая сварка и сварка в углекислом газе. Инертный газ гелий применяется очень редко ввиду его большой стоимости. Сварка в двухатомных газах (водород и азот) имеет ограниченное применение, так как водород и азот в зоне дуги диссоциируются на атомы и активно взаимодействуют с большинством металлов.

Сварку в защитных газах можно осуществлять вручную, полуавтоматически и автоматически. Ручная сварка применяется при соединении кромок изделий толщиной до 25...30 мм при выполнении коротких и криволинейных швов. Полуавтоматическая и автоматическая сварки применяются при массовом и крупносерийном производствах. Сварка в защитных газах производится как неплавящимся, так и плавящимся электродом.

Сварка в углекислом газе, благодаря его дешевизне, получила широкое применение при изготовлении и монтаже различных строительных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Углекислый газ, подаваемый в зону дуги, не является нейтральным, так как под действием высокой температуры он диссоциируется на оксид углерода и свободный кислород. При этом происходит частичное окисление расплавленного металла сварочной ванны, и, как следствие, металл шва получается пористым, с низкими механическими свойствами. Для уменьшения окислительного действия свободного кислорода применяют электродную проволоку с повышенным содержанием раскисляющих примесей (марганца, кремния). Шов получается беспористый, с хорошими механическими свойствами.

При ручной сварке неплавящимся электродом возбуждение дуги производят на угольной или графитовой пластинке и некоторое время разогревают электрод, а затем быстро переносят дугу в начало разделки кромок. При сварке переменным током возбуждение дуги осуществляют с помощью осциллятора без короткого замыкания электрода на изделие. При полуавтоматической и автоматической сварке возбуждение дуги производят путем касания электродной проволокой вводной планки, которую устанавливают для предупреждения дефекта в начале свариваемого шва.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом

производится при постоянной скорости подачи электродной проволоки независимо от напряжения дуги. Постоянство длины дуги поддерживается автоматическим саморегулированием. Применяется электродная проволока диаметром 0,5-2,0 мм.

Контрольные вопросы

1. Назовите сущность дуговой сварки в защитных газах.
2. Какие преимущества сварки в защитных газах?
3. Сколько существует видов сварки в среде защитных газов?
4. Как избегают пористости сварного шва при полуавтоматической сварке?

4.2.4 Технологический процесс плазменной сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей.

Плазмой называется состояние газа, в которое оно переходит под воздействием электрической дуги. Образуется она в специальном наконечнике, который называется плазмотрон (это как горелка в газовой сварке). Плавление плазмой – это техника, при которой для образования плазмы применяются горелка, в которой находится вольфрамовый электрод, сопла плазмы и труб подачи газа и водяного охлаждения (рис. 25). Данный вид незаменим для обработки изделий из металла

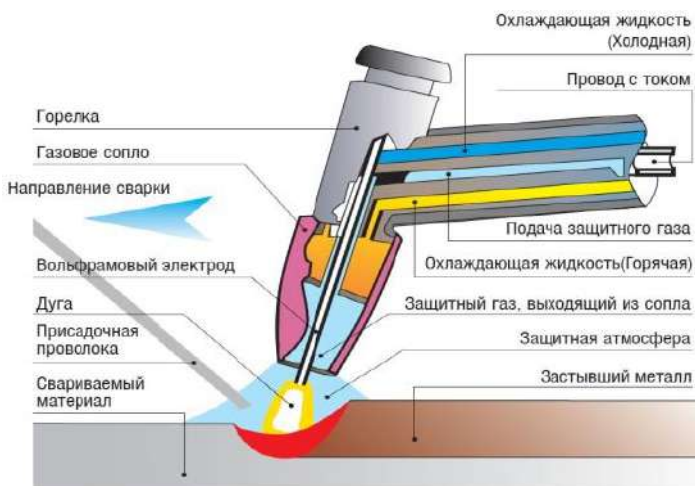


Рис. 25.

высокой прочности и толщины (до 9 мм). Он немного схож с методикой дуговой сварки, но в отличие от электрода, который обеспечивает нагрев до 5-7 тысяч градусов, воздействует на изделие сверхвысокой температурой – до 30 тысяч градусов. От этого данный способ часто называют «плазменно-дуговая сварка». Выполнять работы таким аппаратом можно в любом пространственном положении изделия.

Плазменная сварка металла, благодаря высокой температуре воздействия на изделие позволяет обрабатывать широкий спектр металлов – бронза, титан, нержавейка, углеродистая сталь, латунь, чугун, алюминий. Такой способ применяется в разных отраслях производств – приборостроение, машиностроение, пищевая промышленность, изготовление медицинского оборудования, ювелирное дело, химическое производство и многие другие. Плазменная сварка и резка металлов необходима и незаменима практически в каждом производстве.

Плазменная сварка и резка металлов бывает двух видов:

- плавление металла дугой, которая возникает между изделием и неплавящимся электродом,
- сварка плазменной струей, которая образуется благодаря дуге, которая горит между наконечником плазмотрона и неплавящимся электродом.

В качестве материалов для образования плазмы чаще всего применяется воздух, кислород, аргон и азот. Величина тока в плазме может быть разной, и различают три подвида:

- микроплазменная сварка, которая реализуется на малом токе до 25 А,
- работа на средних токах – до 150А,
- на больших токах, свыше 150А.

Говоря простыми словами, суть данного способа состоит в ионизации рабочего газа, который под давлением переходит в состояние плазмы и обеспечивает высокую температуру, используемую для расплавления металлов для резки или соединения.

Плазменная сварка имеет свои преимущества и недостатки, как и другие виды сварки. Основными преимуществами, что делают этот метод незаменимым для использования во многих промышленных отраслях, являются следующие:

- высокий коэффициент полезного действия и высокая скорость выполнения работ;
- высококачественная резка металла оставляет гладкие кромки и не требует дополнительной их обработки;
- возможность варить и резать изделия, толщиной почти в сантиметр;
- при работе нет шлаков и отходов;
- контроль глубины провара металла;
- простота в использовании аппарата.

Кроме положительных моментов, можно отметить несколько недостатков:

- дороговизна оборудования и высокая стоимость работ;
- в сфере профессионального использования высокие требования к мастеру;
- необходимость постоянного контроля над охлаждением, из-за высокой рабочей температуры.

Контрольные вопросы

1. Что такое плазма и плазменная сварка?
2. Какие существуют виды плазменной сварки и резки?
3. Назовите основные преимущества плазменной сварки.

4.2.5 Технологический процесс газовой сварки простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов и средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей.

Сущность процесса газовой сварки заключается в том, что свариваемый и присадочный металлы расплавляются за счет тепла пламени горелки. При этом кромки свариваемых заготовок расплавляются, а зазор между ними заполняется присадочным металлом, который вводят в пламя горелки извне.

В процессе сварки металл соприкасается с газами пламени, а вне пламени – с окружающей средой (воздухом) или специально созданной газовой средой. В результате металл подвергается значительным изменениям. Наибольшим изменениям подвергается металл, расположенный в зоне сварочной ванны. При этом изменяется содержание примесей и легирующих добавок в металле. Одновременно металл в зоне сварки обогащается кислородом, водородом, азотом, углеродом. Для предотвращения процессов окисления и извлечения из жидкого металла сварочной ванны окислов и неметаллических включений применяются флюсы.

Расплавленный металл сварочной ванны представляет сплав основного и присадочного металлов. По мере удаления пламени горелки металл кристаллизуется в остывающей части ванны. Закристаллизовавшийся металл сварочной ванны образует металл шва. Шов имеет структуру литого металла с вытянутыми укрупненными кристаллами, направленными к центру шва.

Контрольные вопросы

1. Что такое газовая сварка?
2. Как классифицируется газовая сварка?
3. Опишите процесс газовой сварки.

4.2.6 Ручное дуговое воздушное строгание деталей средней сложности и сложных из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов в различных пространственных положениях

При поверхностной воздушно-дуговой резке (строжке) дуга горит между концом электрода и поверхностью обрабатываемого металла, а электрод наклонен к поверхности под углом 30° в сторону, обратную направлению резки (рис. 26). Резку (строжку)

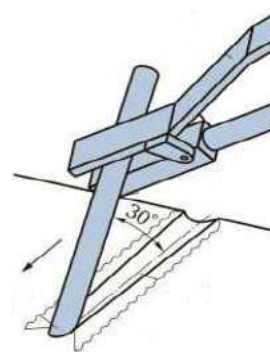


Рис. 26.

выполняют на постоянном токе обратной полярности; при этом напряжение на дуге составляет 45...50 В, сила тока – 250...500 А (для отдельных резаков – до 1 600 А), диаметр электрода — 6...12 мм, давление воздуха — 0,4...0,6 МПа, расход воздуха — 20...40 м³/ч, масса выплавляемого металла — до 20 кг/ч.

Неравномерность движения электрода может приводить при ограниченном токе к касаниям электрода к металлу, что вызывает местное науглероживание металла. Содержание углерода повышается на поверхности реза также при малом давлении воздуха (до 392 кПа). При оптимальных параметрах воздушно-дуговой поверхностной резки зона с повышенным

содержанием углерода на поверхности реза не превышает 0,06...0,08 мм. Для повышения пластичности металла поверхности реза после воздушно-дуговой поверхностной резки рекомендуется обработка канавки шлифовальным кругом на глубину до 0,5 мм.

Наибольшее распространение получила поверхностная воздушно-дуговая резка (строжка) при выборке дефектов сварных швов, удалении дефектов на стальных, чугуновых и цветных отливках. Поверхностная воздушно-дуговая резка высоколегированной стали и чугуна конкурирует с поверхностной кислородно-флюсовой резкой высоколегированных сталей и чугуна, так как при её применении не требуются флюс, горючий газ и кислород.

Контрольные вопросы.

1. На каком токе выполняют строжку?
2. Как избавиться от науглероживания после строжки?
3. Где чаще применяют строжку?

4.2.7 Зачистка швов после сварки

Сварка является на сегодняшний день одной из наиболее распространенных технологий скрепления металлических деталей, потому что именно при сваривании поверхностей удастся получить однородное соединение, не пропускающее влагу и обеспечивающее прочное скрепление элементов. Однако сам по себе сварной шов является слабым местом конструкции, которое необходимо защитить от преждевременного повреждения и разрушения. Поэтому обязательным этапом любых сварочных работ является зачистка сварных швов после сварки – необходимость проведения такой работы является нормой, закрепленной в ГОСТ 9.402-2004 «Единая система защиты от коррозии и старения».

Для выполнения подобной работы может использоваться различный инструмент, оказывающий различное воздействие на обрабатываемую поверхность – это и обыкновенная механическая шлифовка, и химическое протравливание (для цветных металлов). Каждая из данных технологий имеет свои особенности и показания к применению.

Наиболее простой вариант механической чистки является ручная зачистка проволочной щёткой. Однако намного проще и эффективнее такая обработка выполняется портативным шлифовальным станком или обыкновенной болгаркой, оснащенной лепестковой шлифовальной насадкой



Рис. 26.

или абразивным кругом. С помощью этого метода можно избавиться от многих дефектов сварного шва: шлака, окалина, окислов и заусенцев, следов побежалости. Так же зачищенный сварной шов придаёт изделию товарный вид.

В некоторых случаях применяют пневматическое игольчатое зубило (рис. 26), оно не только удалит дефекты, но и выполнит проковку шва.

Контрольные вопросы

1. Какими инструментами выполняется зачистка сварного шва?
2. Для чего необходима зачистка шва?

Краткие выводы к 4 разделу:

В данном разделе дан материал для обучающихся по выполнению на производственной практике трудовых функций, необходимых для получения квалификации электрогазосварщика 3 разряда:

Ручная дуговая, газовая, аргонно-дуговая не плавящемся электродом, плазменная, автоматическая и полуавтоматическая сварка простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей во всех положениях шва, кроме потолочного.

Ручное дуговое воздушное строгание простых и средней сложности деталей из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов в различных положениях. Наплавка раковин и трещин в деталях, узлах и отливках средней сложности. Предварительный и сопутствующий подогрев при сварке деталей с соблюдением заданного режима. Чтение чертежей различной сложности деталей, узлов и конструкций.

Сварка стыковых, тавровых, угловых соединений в вертикальном, горизонтальном положениях.

Глоссарий

1. Сварка – получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

2. Ручная сварка – сварка, выполняемая человеком с помощью инструмента, получающего энергию от специального источника.

3. Механизированная сварка – сварка, выполняемая с применением машин и механизмов, управляемых человеком.

4. Автоматическая сварка – сварка, выполняемая машиной, действующей по заданной программе, без непосредственного участия человека.

5. Сварка плавлением – сварка, осуществляемая местным сплавлением соединяемых частей без приложения давления.

6. Наплавка – нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия.

7. Дуговая сварка – сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой.

8. Дуговая сварка плавящимся электродом – дуговая сварка, выполняемая электродом, который, расплавляясь при сварке, служит присадочным металлом.

9. Дуговая сварка неплавящимся электродом – дуговая сварка, выполняемая нерасплавляющимся при сварке электродом.

10. Дуговая сварка под флюсом – дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса.

11. Дуговая сварка в защитном газе – дуговая сварка, при которой дуга и расплавляемый металл, а в некоторых случаях, и остывающий шов, находятся в защитном газе, подаваемом в зону сварки с помощью специальных устройств.

12. Аргонодуговая сварка – дуговая сварка, при которой в качестве защитного газа используется аргон.

13. Импульсно-дуговая сварка – дуговая сварка, при которой дугу дополнительно питают импульсами тока по заданной программе.

14. Многодуговая сварка – дуговая сварка, при которой нагрев осуществляется одновременно более чем двумя дугами с отдельным питанием их током.

15. Многоэлектродная сварка – дуговая сварка, при которой нагрев осуществляется одновременно более чем двумя электродами с общим подводом сварочного тока.

16. Точечная дуговая сварка – дуговая сварка без перемещения электрода в плоскости, перпендикулярной его оси, в виде отдельных точек.

17. Плазменная сварка – сварка плавлением, при которой нагрев проводится сжатой дугой.

18. Электрошлаковая сварка – сварка плавлением, при которой для нагрева используется тепло, выделяющееся при прохождении электрического тока через расплавленный шлак.

19. Электронно-лучевая сварка – сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия ускоренных электронов.

- 20. Лазерная сварка** – сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия излучения лазера.
- 21. Газовая сварка** – сварка плавлением, при которой для нагрева используется тепло пламени смеси газов, сжигаемой с помощью горелки.
- 22. Контактная сварка** – сварка с применением давления, при которой используется тепло, выделяющееся в контакте свариваемых частей при прохождении электрического тока.
- 23. Стыковая контактная сварка** – контактная сварка, при которой соединение свариваемых частей происходит по поверхности стыкуемых торцов.
- 24. Точечная контактная сварка** – контактная сварка, при которой сварное соединение получается между торцами электродов, передающих усилие сжатия.
- 25. Шовная контактная сварка** – контактная сварка, при которой соединение свариваемых частей происходит между вращающимися дисковыми электродами, передающими усилие сжатия.
- 26. Стыковое соединение** – сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями.
- 27. Угловое соединение** – сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев.
- 28. Нахлесточное соединение** – сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга.
- 29. Тавровое соединение** – сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента.
- 30. Торцовое соединение** – сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу.
- 31. Сварная конструкция** – металлическая конструкция, изготовленная сваркой из отдельных деталей.
- 32. Сварной узел** – часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы.
- 33. Сварной шов** – участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.
- 34. Стыковой шов** – сварной шов стыкового соединения.
- 35. Угловой шов** – сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединений.
- 36. Сварная точка** – элемент точечного шва, представляющий собой в плане круг или эллипс.
- 37. Сварочная ванна** – часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии.
- 38. Кратер** – углубление, образующееся в конце валика под действием давления дуги и объемной усадки металла шва.
- 39. Присадочный металл** – металл для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу.

- 40. Наплавленный металл** – переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл.
- 41. Металл шва** – сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом.
- 42. Провар** – сплошная металлическая связь между свариваемыми поверхностями основного металла, слоями и валиками сварного шва.
- 43. Сжатая дуга** – дуга, столб которой сжат с помощью сопла плазменной горелки, потока газа или внешнего электромагнитного поля.
- 44. Дуга прямого действия** – дуга, при которой объект сварки включен в цепь сварочного тока.
- 45. Прямая полярность** – полярность, при которой электрод присоединяется к отрицательному полюсу источника питания дуги, а объект сварки - к положительному.
- 46. Обратная полярность** – полярность, при которой электрод присоединяется к положительному полюсу источника питания дуги, а объект сварки - к отрицательному.
- 47. Погонная энергия** – энергия, затраченная на единицу длины сварного шва при сварке плавлением.
- 48. Сварочная установка** – установка, состоящая из источника питания, сварочного аппарата или машины для сварки и механизмов относительного перемещения сварочной аппаратуры и изделия.
- 49. Полуавтомат для дуговой сварки** – аппарат для механизированной дуговой сварки, включающий горелку и механизм подачи проволоки с ручным перемещением горелки.
- 50. Сварочная головка** – устройство, осуществляющее подачу сварочной проволоки и поддержание заданного режима сварки.
- 51. Трактор для дуговой сварки** – переносной аппарат для дуговой сварки с самоходной тележкой, которая перемещает его вдоль свариваемых кромок по поверхности изделия или переносному пути.
- 52. Горелка для дуговой сварки** – устройство для дуговой сварки в защитном газе или самозащитной проволокой, обеспечивающее подвод электрического тока к электроду и газа в зону дуги.
- 53. Электрододержатель для дуговой сварки** – приспособление для закрепления электрода и подвода к нему тока.
- 54. Горелка для газовой сварки** – устройство для газовой сварки с регулируемым смещением газов и созданием направленного сварочного пламени.
- 55. Механическое оборудование для сварки** – оборудование, предназначенное для установки свариваемых частей в удобное для сварки пространственное положение, перемещения их при сварке, а также для размещения и перемещения сварочного оборудования и сварщиков при выполнении сварочных операций.
- 56. Сварочный вращатель** – устройство для вращения изделий при сварке кольцевых швов и наплавке поверхностей вращения.
- 57. Роликовый сварочный вращатель** – сварочный вращатель, в котором вращение свариваемых изделий обеспечивается приводными роликами.

- 58. Сварочный кантователь** – устройство для установки свариваемых частей в удобное для сварки положение.
- 59. Сварочный кондуктор** – приспособление для сборки и закрепления друг относительно друга свариваемых частей в определенном положении.
- 60. Флюсовая подушка** – подкладка в виде приспособления, удерживающего расплавленный металл ванны при помощи флюса.
- 61. Сварочная проволока** – проволока для использования в качестве плавящегося электрода либо присадочного металла при сварке плавлением.
- 62. Неплавящийся электрод для дуговой сварки** – деталь из электропроводного материала, включаемая в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге и не расплавляющаяся при сварке.
- 63. Плавящийся электрод для дуговой сварки** – металлический электрод, включаемый в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге, расплавляющийся при сварке и служащий присадочным металлом.
- 64. Покрытый электрод** – плавящийся электрод для дуговой сварки, имеющий на поверхности покрытие, адгезионно связанное с металлом электрода.
- 65. Покрытие электрода** – смесь веществ, нанесенная на электрод для усиления ионизации, защиты от вредного воздействия среды, металлургической обработки сварочной ванны.
- 66. Флюс для дуговой сварки** – сварочный флюс, защищающий дугу и сварочную ванну от вредного воздействия окружающей среды и осуществляющий металлургическую обработку ванны.
- 67. Трещина сварного соединения** – дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах.
- 68. Усадочная раковина сварного шва** – дефект в виде полости или впадины, образованный при усадке металла шва в условиях отсутствия питания жидким металлом.
- 69. Пора в сварном шве** – дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом.
- 70. Непровар** – дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва.
- 71. Прожог сварного шва** – дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны.
- 72. Шлаковое включение сварного шва** – дефект в виде вкрапления шлака в сварном шве.
- 73. Подрез зоны сплавления** – дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом.
- 74. Наплыв на сварном соединении** – дефект в виде натекания металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним.