

**Оглавление**

Предисловие . . . . . 3

Основные понятия и обозначения при сварке металлов в строительстве  
Стали и их свариваемость . . . . . 5

Марки и характеристики сталей . . . . . 18

Свариваемость сталей . . . . . 24

Сварочные материалы . . . . . 27

Проволоки сварочные . . . . . 27

Электроды металлургические . . . . . 31

Проволоки порошковые . . . . . 42

Газы для сварки и резки . . . . . 48

Газы для сварки и резки . . . . . 51

Оборудование и инструмент для сварки . . . . . 54

Источники питания сварочной дуги . . . . . 54

Оборудование для механизированной электросварки . . . . . 64

Оборудование и инструмент для газопламенной и плазменно-дуговой обработки металлов . . . . . 74

Электроснабжение сварочных постов . . . . . 85

Оснащение рабочего места и инструмент для ручной электродуговой сварки . . . . . 87

Вспомогательное сварочное оборудование . . . . . 90

Эксплуатация электросварочного оборудования . . . . . 93

Технология сварки и резки . . . . . 99

Сварочная дуга . . . . . 99

Ручная электродуговая сварка . . . . . 100

Механизированная сварка под флюсом . . . . . 118

Электрошлаковая сварка . . . . . 123

Дуговая сварка в защитных газах . . . . . 124

Дуговая сварка порошковой проволокой . . . . . 132

Газовая сварка . . . . . 133

Термическая резка . . . . . 137

Напряжения и деформации при сварке и резке . . . . . 139

Сварка строительных конструкций, трубопроводов и арматуры железобетона  
Сварка стальных конструкций . . . . . 144

Швы металлоконструкций (144). Сборка металлоконструкций (146).  
Материалы, рекомендуемые для сварки строительных металлокон-  
струкций (148). Сварка решетчатых и балочных конструкций (152).  
Сварка резервуаров (152). Особенности сварки конструкций из высокопрочных сталей (154). Особенности сварки конструкций из разнородных сталей (156).

Сварка трубопроводов . . . . . 157

Подготовка к сварке (157). Технология сварки (188). . . . . 166

Сварка арматуры железобетона . . . . . 169

Сварка изделий из пластмасс . . . . . 169

Способы сварки пластмасс (169). Оборудование и инструмент (171).  
Технология сварки (179). . . . . 174

Сварка конструкций из титана и его сплавов . . . . . 174

Сварные соединения и сварочные материалы (175). Технология сварки (180) . . . . . 184

Сварка при ремонте . . . . . 184

Наплавочные работы (184). Указания по сварке при ремонте кон-  
струкций (185)

Контроль качества сварных соединений . . . . . 185

Методы контроля качества сварных швов . . . . . 187

Оборудование для неразрушающего контроля качества сварных соединений  
Объем неразрушающего контроля сварных швов . . . . . 193

Оценка качества . . . . . 196

Организация сварочных работ . . . . . 198

Аттестация сварщиков . . . . . 205

Тарифно-квалификационная характеристика рабочих в строительстве . . . . . 205

Правила аттестации сварщиков . . . . . 208

Техника безопасности и охрана труда . . . . . 212

Правила техники безопасности при производстве работ . . . . . 212

Индивидуальные средства защиты . . . . . 222

Оказание первой помощи при несчастных случаях . . . . . 223

Приложения . . . . . 225

Приложение 1. Прогрессивные показатели производительности труда при выполнении сварочных работ . . . . . 225

Приложение 2. Нормы расхода сварочных материалов . . . . . 228

Приложение 3. Примерный тематический план подготовки и аттеста-  
ции сварщиков . . . . . 232

ВИКТОР ХАРИТОНОВИЧ БОНДАРЬ,  
ГРИГОРИЙ ДАВИДОВИЧ ШКУРАТОВСКИЙ

**Справочник сварщика-строителя**

Издание 3-е, переработанное  
и дополненное

Редактор В. А. Шевчук  
Обложка художника О. И. Царькиной  
Художественный редактор О. Д. Васильева  
Технический редактор С. Г. Яковлева, О. Г. Шугоженко  
Корректоры Л. И. Рымаренко, Л. К. Никитина  
Информ. бланк № 1759.

Сдано в набор 12.11.81. Подписано в печать 16.03.82. БФ 04164. Формат 60x90<sup>1/4</sup>. Бумага типо-  
графская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Уст. печ. л. 15. Уст. кр.-отт. 15,0.  
Уч.-изд. л. 19,28. Тираж 120 000 экз. Изд. № 155—80. Заказ № 1—2816. Цена 1 р. 10 к.  
Издательство «Будильник», 252053, Киев-53, Обсерваторная, 25.  
Головное предприятие республиканского производственного объединения «Толдиграфкинг»,  
252057, Киев, ул. Довженко, 3.

Справочник сварщика-строителя / Бондарь В. Х., Шкуратовский Г. Д.—3-е изд., перераб. и доп.— Киев : Будівельник, 1982.— 240 с.

Справочник содержит сведения об основных способах сварки и резки металла, типах, конструктивных элементах, размерах сварных швов металлостроительной и трубопроводной. Описаны материалы, оборудование и инструменты, технология электродуговой и газовой сварки и резки металлов, сварки пластмасс, способы контроля сварных соединений. Приведены правила техники безопасности и охраны труда при выполнении работ. Справочник дополнен сведениями о новых свариваемых металлах, в том числе титане, сварочных материалах и оборудовании, а также рекомендациями по прогрессивной организации сварочных работ.

Нормативные материалы приведены по состоянию на 1 января 1982 г.

Расчитан на инженерно-технических работников строительных организаций. Табл. 215. Ил. 16. Выблнотр. 31 назв.

Рецензенты *инж. М. С. Крамер, канд. техн. наук И. М. Савиц*

Редакция литературы по специальным и монтажным работам в строительстве  
Зав. редакцией *Э. Н. Конеева*

3201010000—036 80.82  
Б М 203 (04)—82

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» поставлена задача добиться коренного улучшения строительного производства, повышения эффективности вложений. Успехи в области сварки во многом предопределяют развитие современного строительного производства, конечным продуктом которого преимущественно является сварная конструкция.

Объемы сварки (включая термическую резку) при изготовлении и монтаже металлургических конструкций, трубопроводов и технологического оборудования непрерывно растут и в настоящее время превысили 25% общего объема работ. Долговечность и надежность сооружений в значительной мере зависят от качества сварных швов.

Повышение технического уровня сварки в строительстве достигается прежде всего за счет роста уровня заводского изготовления конструкций с максимальной возможностью укрупнения их в блоки и широким применением механизированной сварки, дальнейшего укрупнения конструкций на сборочных площадках, в зоне действия подъемно-транспортного оборудования. Производительность труда сварщиков соответствующих заготовительных предприятий на сборочных площадках, в зоне занятых в подрядных организациях. Тем не менее большой объем сварочных работ еще выполняется непосредственно на строительном-монтажных площадках, в более сложных, чем на заводах условиях, которые характеризуются: территориальной разобщенностью объектов и отсутствием у сварщиков постоянных рабочих мест; многообразном конструктивных решений, наряду с индивидуальным характером производства; необходимостью выполнения сварки на открытых площадках, часто в неблагоприятных климатических условиях, в труднодоступных местах, на большой высоте или в траншеях, во всех пространственных положениях; наличием значительных объемов мелких, трудно учитываемых, тесно переплетающихся с монтажными, сварочных работ; ограниченной возможностью механизации сварочных и вспомогательных процессов.

На монтажных площадках преобладает ручная электродуговая сварка покрытыми электродами. Тонкостенные трубопроводы малого диаметра сваривают газовой сваркой. С целью повышения производительности и улучшения условий труда сварщиков созданы и серийно выпускаются высокопроизводительные и низкотоксичные электроды для сварки в различных пространственных положениях. Совершенствуется сварочное оборудование. Рост уровня механизации сварочных работ достигается путем внедрения технологии сварки плавающим электродом в среде  $CO_2$  и различных газовых смесей. Не менее эффективны новые активированные электроды (например, АП-АН21), которые содержат, кроме марганца и кремния, дополнительный порошокобразный материал в количестве 5—7%. Технология производства этих электродов осваивается Запорожским металлургическим заводом.

Получает развитие способ механизированной дуговой сварки порошковыми электродами. На монтаже все больше распространение находят проволоки марок ПТВ-5 и ППТ-7. Новые проволоки марок ПТВ-6 и ППТ-8 будут пригодны для сварки соответственно вертикальных швов тонкого металла и неповоротных стыков труб. С помощью специальных автоматов осуществляют сварку вертикальных стыков листовых конструкций самозащитными порошковыми проволоками ПП-2ВДСК, ПП-АН19, ПП-АН30 и др. Уже освоена техника сварки неповоротных стыков труб большого диаметра, сферических резервуаров с принудительным формированием сварного шва. Совершенствуется техника сварки швов

Издательство «Будівельник», 1969  
Издательство «Будівельник», 1974,  
изменения  
Издательство «Будівельник», 1982,  
с изменениями и дополнениями

со свободным формованием благодаря разработке способов управления переносом металла, периодического изменения тока и движения электрода по сложным программам.

Для успешной механизации сварки Институтом электросварки им. Е. О. Патона и другими организациями разработаны и изготовлены опытные образцы простых и легко переналаживаемых сварочных установок, комплектующих унифицированными элементами (в том числе полувентомат «Интермитма» для стран СЭВ), гибкие направляющие с магнитными удерживающими приспособлениями, малогабаритные полувентоматы (средних аппаратов ПМП-6 конструкции института «Оргэнергострой»), автоматы для сварки неповоротных стыков труб.

Большие резервы повышения эффективности и качества сварочных работ на монтаже можно реализовать за счет внедрения контактной сварки и, прежде всего, стыковой оплавления. Электроконтактной сваркой успешно соединяют газопроводы диаметром 1000 мм и более, в том числе прокладываемые в северных районах стран, дугоконтактной сваркой (по разработкам ВНИИССО) — трубы диаметром 8—27 мм (импульсные, сантехнические, для насосов, гидросмазки и т. д.). В стадии освоения находится производство полуавтономных дугоконтактных машин для сварки труб диаметром до 114 мм. На контактную сварку может быть переведено производство многих кольцевых элементов: фланцев, обечаек и других из сталей, алюминия и титановых сплавов.

Институтом электросварки им. Е. О. Патона разработана технология сварки и резки металла в полевых условиях с использованием энергии варьера. Эта технология применена на строительстве Николаевского глиноземного завода также для снятия остаточных напряжений в сварных швах декомпрессоров и трубопроводов вместо традиционной термообработки.

Большие резервы роста производительности труда могут быть вовлечены в производство за счет рационального использования рабочего времени сварщиков, преимущественно специалистов высокой квалификации (средний ряд — 5-й). Об этом свидетельствует опыт многих передовых организаций, освоение рабочими-сварщиками других специальностей и специализаций в рамках своей профессии (сварщик аргонодуговой сварки, сварщик на автоматических и полуавтоматических машинах, плазморезчик и т. д.).

Широкое внедрение прогрессивных способов резки, сварки, термической обработки и контроля сварных соединений на строительном-монтажных работах и повышение требований к качеству сварных швов и организации работ требуют трамбованного использования современной техники и передовой технологии, знания характерных особенностей и приемов сварки различных марок сталей и других материалов, применяемых в строительных конструкциях и трубопроводах.

В этих условиях особое значение приобретает рост квалификации рабочих-сварщиков и инженерно-технических работников подрайонных организаций.

Третье изданные справочника существенно переработано и соответствует с новыми нормативными и инструктивными материалами, дополнено рядом новых разделов, в частности технологией сварки титана, трубопроводов высокого давления, конструкций из разнородных сталей и др.

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ МЕТАЛЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сварка — это процесс получения неразъемных соединений деталей посредством установления межэтомных связей между свариваемыми частями при их местном (общем) нагреве или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Свариваемость — свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

#### Основные термины (ГОСТ 2601—74)

Наименование	Определение
Наплавка	Нанесение с помощью сварки слоя металла на поверхность изделия
Сварка плавлением	Сварка с местным расплавлением соединяемых частей без применения припоя
Дуговая сварка	Сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой
Дуговая сварка плавлением электродом	Дуговая сварка, выполняемая электродом, который расплавляется при сварке, служит присадочным металлом
Сварка открытой дугой	Дуговая сварка плавлением электродом, осуществляемая без подачи защитного газа или сварочного флюса, при которой зона дуги доступна наглядно
Дуговая сварка неглавным электродом	Дуговая сварка, выполняемая не расплавляющимся при сварке электродом
Сварка под флюсом	Дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса
Дуговая сварка в защитном газе (недопустимый термин — газозащитная сварка)	Дуговая сварка, при которой в зону дуги подается защитный газ
Дуговая сварка в защитном газе (недопустимый термин — газозащитная сварка)	То же, при защите дуги аргоном
Аргондуговая сварка	То же, при защите дуги углекислым газом
Сварка в углекислом газе	Дуговая сварка, при которой свариваемые части одновременно двумя дугами с разделенным питанием их током
Подводная сварка	Дуговая сварка, при которой подача плавящегося электрода и перемещение дуги и ванны свариваемых кромок механизированы
Автоматическая дуговая сварка	Автоматическая дуговая сварка, осуществляемая одновременно двумя дугами с разделенным питанием их током
Двухдуговая сварка	То же, при большом количестве дуг
Многодуговая сварка	Автоматическая дуговая сварка, осуществляемая одновременно двумя электродами с общим подводом сварочного тока
Двухэлектродная сварка	

Наименование	Определение
Сварка по флюсу	Автоматическая дуговая сварка, при которой на свариваемые крошки наносят слой флюса, толщина которого меньше дугового промежутка
Полуавтоматическая дуговая сварка	Дуговая сварка, при которой механизирована только подача электродной проволоки
Ручная дуговая сварка	Дуговая сварка штучными электродами, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок производится вручную
Сварка лежащим электродом	Дуговая сварка, при которой неподвижный плавающий электрод укладывают вдоль свариваемых кромок, а дуга перемещается по мере расплавления электрода
Сварка наклонным электродом (недопустимые термины — гравитационная сварка, сварка в углы)	Дуговая сварка, при которой плавающий электрод располагается наклонно вдоль свариваемых кромок, по мере расплавления он движется под действием силы тяжести или пружины
Плазменная сварка	Сварка плавлением, при которой нагрев производится сжатой дугой
Электрошлаковая сварка	Сварка плавлением, при которой для нагрева металла используется тепло, выделяющееся при прохождении электрического тока через расплавленный шлак
Газовая сварка	Сварка плавлением, при которой нагрев кромок соединяемых частей производится пламенем газов, сжигаемых на выходе горелки для газовой сварки
Термитная сварка	Сварка, при которой нагрев осуществляется сжиганием термита
Контактная сварка	Сварка с применением давления, при которой нагрев производится током, выделяемым при прохождении электрического тока через находящиеся в контакте соединяемые части
Стыковая контактная сварка	Контактная сварка, при которой соединяемые свариваемые части соединяются по поверхности стыкуемых торцов
Стыковая сварка оплавлением	Контактная сварка, при которой нагрев металла сопровождается оплавлением соединяемых торцов
Стыковая сварка сопротивлением	Контактная сварка, при которой нагрев металла производится без оплавления соединяемых торцов
Точечная контактная сварка	Контактная сварка, при которой соединяемые элементы происходят на участках, ограниченных площадью торцов электродов, подающих ток и передающих усилие сжатия
Шовная контактная сварка (недопустимый термин — роликовая сварка)	Контактная сварка, при которой соединяемые элементы выполняются внахлестку вращающимися дисковыми электродами в виде непрерывного или прерывистого шва
Индукционная сварка	Сварка с применением давления, при котором нагрев осуществляется индуктором токами высокой частоты
Сварка давлением (недопустимые термины — сварка в твердой фазе, сварка в твердом состоянии)	Сварка, осуществляемая при температуре ниже точки плавления свариваемых металлов без использования приложенного давления, достаточного для создания необходимой пластической деформации соединяемых частей

Наименование	Определение
Сварка трением	Сварка давлением, при которой нагрев осуществляется трением, вызываемым вращением одной из свариваемых частей
Ультразвуковая сварка	Сварка давлением, осуществляемая при воздействии ультразвуковых колебаний
Холодная сварка	Сварка давлением при значительной пластической деформации без внешнего нагрева соединяемых частей

**Примечание.** Для характеристики накладки следует в соответствующих определениях заменять слова «сварка» и «сварка плавлением» словом «накладка», а слова «свариваемых кромок» и «кромок соединяемых частей» словами «поверхность наплавляемого изделия».

**Сварные соединения и швы**

Сварное соединение сварной шов	Неразъемное соединение, выполненное сваркой
Стыковое соединение	Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации металла сварочной ванны
Угловое соединение	Сварное соединение двух элементов, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности
Нахлесточное соединение (недопустимый термин — соединение внахлестку)	Сварное соединение двух элементов, расположенных под прямым углом и сваренных в месте прилегания их краев
Тавровое соединение (недопустимый термин — соединяемые впристык)	Сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга
Сварной узел	Сварное соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент
Зона соединения	Часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы
Стыковой шов	Зона, где образовались межатоминые связи соединяемых частей при сварке давлением
Угловой шов	Сварной шов стыкового соединения
Точечный шов	Сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединения
Ядро точки	Сварной шов нахлесточного или таврового соединения, в котором связь между сваренными частями осуществляется в отдельных точках
Прерывистый шов	Зона сварной точки, металл которой подвергнулся расплавлению
Цепной прерывистый шов	Сварной шов с промежутками по длине
Шахматный прерывистый шов	Двусторонний прерывистый шов таврового соединения, у которого промежутки расположены по обеим сторонам стенки один против другого
Нашерошенный шов	Двусторонний прерывистый шов таврового соединения, у которого промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва ее другой стороны
Многослойный шов	Сварной шов без промежутков по длине
	Сварной шов, состоящий из нескольких слоев

Наименование	Определение	Наименование	Определение
Подварочный шов	Мельшая часть двустороннего шва, выполняемая преимущественно для предотвращения прожогов при последующей сварке или накладки на нее в последнюю очередь в корень шва для обеспечения высокого качества соединения (провара)	Сварка каскадом	Сварка, при которой каждый последующий участок многослойного шва перекрывает весь или часть предыдущего участка
Прихватка	Короткий сварной шов, применяемый для фиксации взаимного расположения элементов	Проход	Однократное перемещение в одном направлении источника нагрева при сварке
Монтажный шов	Сварной шов, осуществляемый на месте монтажа деталей	Сварка напроход	Сварка, при которой выпавшие сварки неизменно участками, расположенными вразброс по его длине
Валик	Металл, выпавший или переплавленный за один проход	Сварка вразброс	Сварка в вертикальном положении, при которой сварочная ванна перемещается сверху вниз
Слой	Часть металла сварного шва, образованная одним или несколькими валиками, расположенными в одном уровне поперечного сечения шва	Сварка сверху вниз	То же, но сварочная ванна перемещается снизу вверх
Корень шва	Часть сварного шва, где дно сварочной ванны пересекает поверхность осевого металла	Сварка снизу вверх	Сварка в наклонном положении, при которой сварочная ванна перемещается сверху вниз
Усиление стыкового шва	Часть металла, образующая выпуклость углового шва	Сварка на спуск	То же, но сварочная ванна перемещается снизу вверх
Усиление углового шва	Расстояние между плоскостью, проходящей через видимые линии сплавления шва с основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренное в месте наибольшей выпуклости углового шва	Сварка на подъем	Односторонняя сварка плавлением без подкладок
Ослабление углового шва	Часть металла, образующая выпуклость углового шва	Сварка неповоротных стыков	Сварка стыковых швов по замкнутому контуру, при которой объект сварки неподвижен
Толщина углового шва	Длина перпендикуляра, опущенного из точки максимума проплавления в месте сопряжения свариваемых частей на гнотенузу наибольшего внешнего во внешнюю часть углового шва прямоуглового треугольника	Поддув защитного газа	Поддача защитного газа к обратной стороне соединяемых частей для защиты их при сварке от воздействия воздуха
Расчетная высота углового шва	Кратчайшее расстояние от поверхности дна до поверхности второй свариваемой части	Разделка кромок	Прямой или срез кромок, подлежащей сварке
Катет углового шва	Перекошенный через зазор катет вальцовшего прямоуглового треугольника, вписанный во внешнюю часть углового шва	Снос кромок	Некошенная часть торца кромок
Расчетный катет углового шва	При мечание: При симметричном шве — равных катетов, при несимметричном шве — меньших.	Притупление кромок	Изгиб кромок листа под прямым углом
Направленные сварки	Технология сварки	Угол разделки кромок	Угол между скошенными кромками свариваемых частей
Сварка блоками	Направленные сварки источника тепла вдоль продольной оси сварного соединения	Основной металл	Металл, подвергнувшийся сварке соединяемых частей
Обратноступенчатая сварка	Сварка, при которой многослойный шов сваривают отдельными участками, а промежутки между ними заполняют до того, как будет завершена сварка всего шва	Глубина проплавления	Наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва
		Сварочная ванна	Часть сварочного шва, находящаяся при сварке в жидком состоянии
		Кратер	Углубление, образуемое в сварочной ванне давлением газов дуги
		Присадочный металл	Металл, предназначенный для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному металлу
		Наплавленный металл	Переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну в дополнение к основному металлу
		Металл шва	Сплав, образованный переплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом
		Провар	Сплоченная металлургическая связь между сваренными поверхностями основного металла, слюмки и валиками сварного шва
		Зона сплавления	Зона, где находятся частично оплавленные зерна металла на границе основного металла и шва
		Зона термического влияния (недопустимый термив — переходная зона)	Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке плавлением или резке

Наименование	Определение	Обозначение
Открытая дуга	Дуга, доступная визуальному наблюдению и горящая без подачи вазне защитного газа или флюса	П
Сжатая дуга (недопустимый термин — пламенная дуга)	Дуга, столб которой сжат с помощью сопла плазменной горелки или потока газа	Пс
Дуга прямого действия	Дуга, при которой объект сварки является одним из электродов	Пш
Дуга косвенного действия	Дуга, при которой объект сварки не включен в цепь сварочного тока	Ппк
Прямая полярность	Полярность, при которой электрод присоединяется к отрицательному полюсу источника питания дуги, а объект сварки — к положительному	ПН
Обратная полярность	Полярность, при которой электрод присоединяется к положительному полюсу источника питания дуги, а объект сварки — к отрицательному	ПНр
Магнитное дугтре	Отклонение дуги в результате действия магнитных полей или ферромагнитных масс при сварке	ПМ
Осадка	Процесс местной пластической деформации свариваемых частей при сварке	Ф
Грат	Металл, выдавленный осадкой	УП
Угар	Потери металла на испарение и окисление при сварке	УПм
Установочная длина	Длина свариваемых частей, выступающих за зажимные приспособления при стыковой контактной сварке	УПмс
Коэффициент расплавления	Масса электрода в граммах, расплавленная за один час горения дуги, отнесенная к одному амперу сварочного тока	УН
Коэффициент наплавки	Масса металла в граммах, наплавленная за один час горения дуги, отнесенная к одному амперу сварочного тока	УНп
Коэффициент потерь	Потери металла при сварке на угар и разбрызгивание, выраженные в процентах от массы расплавленного присадочного металла	УНп

## Буквенные обозначения способов и положений сварки

Обозначение	Что обозначает	ГОСТ
А	Автоматическая сварка под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва	ГОСТ 8713—79
АФ	Автоматическая сварка под флюсом на флюсовой подушке	ГОСТ 8713—79
Ам	То же, на флюсо-металной подкладке	ГОСТ 8713—79
Ас	То же, на стальной подкладке	ГОСТ 8713—79
Аш	То же, с предварительным наложением подварочного шва	ГОСТ 8713—79
Алк	То же, с предварительной подваркой корня шва	ГОСТ 8713—79

Обозначение	Что обозначает	ГОСТ
П	Полуавтоматическая сварка под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва	ГОСТ 8713—79
Пс	То же, на стальной подкладке	ГОСТ 8713—79
Пш	То же, с предварительным наложением подварочного шва	ГОСТ 8713—79
Ппк	То же, с предварительной подваркой корня шва	ГОСТ 8713—79
ПН	Сварка в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом без присадочного материала	ГОСТ 14771—76
ПНр	То же, с присадочным материалом	ГОСТ 14771—76
ПМ	Сварка в инертных газах и их смесях с активными газами плавящимся электродом	ГОСТ 14771—76
ПМ	Сварка в углекислом газе плавящимся электродом	ГОСТ 14771—76
Ф	Соединения сварные точечные	ГОСТ 14776—79
УП	То же, в углекислом газе плавящимся электродом	ГОСТ 14776—79
УПм	То же, в углекислом газе плавящимся электродом с наложением продольного магнитного поля	ГОСТ 14776—79
УПмс	То же, в углекислом газе плавящимся электродом с наложением продольного магнитного поля со сквозным проплавлением и формированием	ГОСТ 14776—79
УН	То же, в углекислом газе неплавящимся электродом	ГОСТ 14776—79
УНп	То же, в инертных газах неплавящимся электродом	ГОСТ 14776—79
УНп	То же, плавящимся электродом с принудительным сквозным проплавлением и формированием	ГОСТ 14776—79
УНп	То же, плавящимся покрытым электродом с принудительным сквозным проплавлением и формированием	ГОСТ 14776—79
ПП	То же, плавящимся покрытым электродом с принудительным сквозным проплавлением и формированием	ГОСТ 14776—79
ППл	То же, плавящимся электродом с принудительным сквозным проплавлением и формированием	ГОСТ 14776—79
ППс	То же, плавящимся электродом с принудительным сквозным проплавлением и формированием	ГОСТ 14776—79
Ип	То же, в инертных газах плавящимся электродом на стальной подкладке	ГОСТ 14776—79
Рн-3	Ручная сварка алюминия и алюминидовых деформируемых термически непрочных сплавов в защитных газах неплавящимся металлургическим электродом; однофазная, ручная сварка в защитных газах неплавящимся электродом меди (марка МЗР) и медно-никелевого сплава (марка МНЖ5-1)	ГОСТ 14806—80
Рн-3	То же стальных трубопроводов	ГОСТ 14806—80
Ан-3	Автоматическая сварка алюминия, меди, стальных трубопроводов в защитных газах плавящимся электродом	ГОСТ 16037—80, ГОСТ 16038—80, ГОСТ 16037—80

Обозначение	Что обозначает	ГОСТ
П-З	То же полуавтоматическая в защитных газах плавящимся электродом	ГОСТ 14806—80, ГОСТ 16037—80, ГОСТ 16038—80 ГОСТ 14806—80
АН-Этф	Автоматическая сварка алюминия и анодированных деформируемых термически неупрочняемых сплавов в защитных газах неплывающимся электродом, трехфазная	ГОСТ 14806—80
А-З	То же автоматическая в защитных газах плавящимся электродом, однодугловая	ГОСТ 16037—80
А-Ф	То же стальных трубопроводов в защитных газах плавящимся электродом, однодугловая	ГОСТ 14806—80
Пн-З/П-З	То же стальных трубопроводов под флюсом	ГОСТ 16037—80
Пн-З/П-З	Сварка меди (марка МЭР) и медно-никелевого сплава (марка МНЖБ-1): первый проход — ручная сварка неплывающимся электродом в защитных газах, последующие — полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах	ГОСТ 16038—80
ШЭ	Электродшлаковая сварка проволочным электродом	ГОСТ 15164—78
ШМ	То же плавящимся мультиплексом	ГОСТ 15164—78
ШП	То же электродом большого сечения, соответствующим форме поперечного сечения сварочного пространства	ГОСТ 15164—78
Кт	Контактная электросварка точечная	ГОСТ 15878—79
Кш	То же шовная	ГОСТ 15878—79
Кр	То же рельсовая	ГОСТ 15878—79
П-Ф	Полуавтоматическая сварка под флюсом стальных трубопроводов	ГОСТ 16037—80
Р	Ручная электродуговая сварка стальных трубопроводов	ГОСТ 16037—80
АН-З/П-З	Автоматическая сварка стальных трубопроводов — первый проход неплывающимся электродом в защитных газах, последующие — плавящимся электродом в защитных газах	ГОСТ 16037—80
АН-З/П-З	То же, первый проход автоматическая сварка неплывающимся электродом в защитных газах, последующие — полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах	ГОСТ 16037—80
АН-З/Р	То же, первый проход — автоматическая сварка неплывающимся электродом в защитных газах, последующие — ручная электродуговая сварка	ГОСТ 16037—80
РН-З/П-З	Ручная электродуговая сварка стальных трубопроводов, первый проход — ручная сварка неплывающимся электродом в защитных газах, последующие — полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах	ГОСТ 16037—80

Обозначение	Что обозначает	ГОСТ
Рн-З/Р	То же, первый проход — ручная сварка неплывающимся электродом в защитных газах, последующие — ручная электродуговая сварка	ГОСТ 16037—80
Ксо	Контактная сварка методом плавления стальных трубопроводов	ГОСТ 16037—80

**Основные положения и буквенные обозначения сварки плавлением**  
**(ГОСТ 11969—79)**

Наименование основного положения	Обозначение	Тип шва		Угол, град	
		угловой	стыковой	$\alpha$	$\beta$
В лодочку	Л		—	0	0
Нижнее	Н		—	0	45
		—		0	0
Полугоризонтальное	Пг	—		0	45
			—	0	0
Горизонтальное	Г			0	90

Наименование основного положения	Обозначение	Тип шва		Угол, град	
		угловой	стыковой	$\alpha$	$\beta$
Полувертикальное	ПВ			45	—
Вертикальное	В			90	—
				—	—
Полуполочное	Пп			0	135
				135	—
Полочное	Пт			0	180
				—	—

Примечания: 1. Угол наклона сварного шва  $\alpha$  — это угол, который образует продольная ось шва со своим нулевым положением.  
2. Угол поворота сварного шва  $\beta$  — это угол от 0 до 180°, который образует поперечная ось сечения шва со своим нулевым положением.

- Допуск для углов  $\alpha$  и  $\beta$  составляет  $\pm 10^\circ$ .
- Нулевое положение продолговатой плоскости, при котором продольная ось шва находится в горизонтальной плоскости, а нулевое положение поперечной осн — положение, при котором поперечная ось шва находится в вертикальной плоскости.
- Направление сварки обозначается стрелой после буквы, указывающей положение сварки — при сварке на спуске стрелкой «В↑»), при подъеме стрелкой «В↑»), при необходимости промежуточное положение обозначается углами наклона  $\alpha$  и поворота  $\beta$ .

Структура условного обозначения швов (ГОСТ 2.312—71)

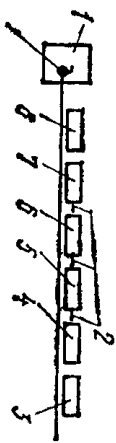


Рис. 1. Стандартный шов или одиночная сварная точка:

1 — вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтажного шва; 2 — знаки «дефис»; 3 — вспомогательные знаки; 4 — для предельного участка; 5 — размер расчетного участка; знак / или Z и размер шага; для одиночной сварной точки — размер расчетного диаметра точки; для шва контактной точечной электрообжимной — размер расчетного диаметра точки или электрообжимки; знак / или Z и размер шага; для шва шовной контактной сварки — размер расчетной ширины шва; для промежуточного шва шовной контактной электрообжимки — размер расчетной ширины шва; знак умножения, размер длины провариваемого участка; знак / и размер шага; 5 — знак  $\nabla$  и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений; 6 — условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (должусказано не указывается); 7 — буквенно-цифровое обозначение по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений; 8 — обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

Рис. 2. Нестандартный шов или одиночная сварная точка:



1 — вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтажного шва; 2 — вспомогательные знаки; 3 — для предельного участка; 4 — размер расчетного диаметра точки; для шва контактной точечной электрообжимки или электрообжимки — размер расчетного диаметра точки или электрообжимки; знак / или Z и размер шага; для шва шовной контактной сварки — размер расчетной ширины шва; для промежуточного шва шовной контактной электрообжимки — размер расчетной ширины шва; знак умножения, размер длины провариваемого участка; знак / и размер шага.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов (ГОСТ 2.312—71)

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображенного шва со стороны	
		лицевой	оборотной
	Усиление шва снать		
	Наглавы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		



Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно попки линии-выноски, проведенной от изображения шва со стороны	
		лицевой	обратной
/	Шов прерывистый или точечный с четным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
o	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака — 3...5 мм		

Примечания: 1. За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.  
2. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кройками принимают сторону, с которой производят сваривание основного шва, а с симметрично подготовленными кройками — любую сторону.

**Примеры условных обозначений стандартных швов сварных соединений (ГОСТ 2.312—72)**

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже со стороны	
		лицевой	обратной
Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кройки, двусторонний, выполненный электродуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Удаление снято с обеих сторон. Шероховатость поверхности шва со стороны — 3			
Шов электрозащипочный нахлесточного соединения, выполненный аргонодуговой сваркой плавящимся электродом. Диаметр электрозащипки 9 мм, шаг 100 мм. Электрозащипки расположены в шахматном порядке. Удаление снято. Шероховатость обработанной поверхности — V 4			



Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение, изображенного на чертеже, со стороны	
		лицевой	обратной
Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненной с сваркой нагретым газом с присадкой			
Одностороннее электрозащипочное нахлесточное соединение, выполненное электродуговой сваркой под флюсом. Диаметр электрозащипки 11 мм. Удаление снято. Шероховатость обработанной поверхности — V 3			



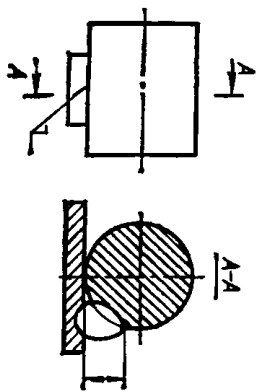


Одностороннее электрозащипочное нахлесточное соединение, выполненное электродуговой сваркой под флюсом. Диаметр электрозащипки 11 мм. Удаление снято. Шероховатость обработанной поверхности — V 3


Характеристика шва

Условное изображение шва на чертеже

Шов соединений без скоса кромок, одно-сторонний, выполненный ручной электро-дуговой сваркой при монтаже изделия



Примечание. В технических требованиях делают следующее указание: «Сварка ручная электродуговой».

## СТАЛИ И ИХ СВАРИВАЕМОСТЬ

### Марки и характеристики сталей

По назначению стали подразделяются на конструкционные и инструментальные; по химическому составу и степени легирования — на углеродистые, низко- и высоколегированные; в зависимости от гарантированных характеристик — на стали обыкновенного качества, качественные и высококачественные. Для строительных конструкций применяются только конструкционные стали, которые по механическим свойствам разделяются на следующие группы: обыкновенного качества, повышенной прочности, высокой прочности, качественные или высококачественные.

По способу придания формы их можно разделить на литые, кованные, а по характеру применения — на стали для металлических конструкций, арматурные и др.

По видам проката сталь бывает листовая, широкополосная, сортовая (подосовая, круглая и др.) и фасонная (швеллер, уголок, холодноформованные профили и т. д.).

При маркировке поставляемой продукции на бирках при поставке связкам, пачками или мотками или при поставке листов подосов пачками непосредственно на верхнем листе и подосе каждой пачки знак маркировки должен включать: клеймо технического контроля предприятия-изготовителя, удостоверяющего пригодность продукции; товарный знак предприятия-изготовителя; марку стали и ее условное обозначение с указанием расшифровки в сертификате; номер партии; дополнительные знаки, предусмотренные стандартами на конкретную продукцию; размер продукции (диаметр, сторона квадрата, толщина, номер профиля).

На бирке дополнительно указывается масса отгружаемой связки, пачки, рулона, мешка, а в случае поставки по теоретической (сдаточной) массе — для на продукцию в м.

Каждая партия отгружаемой продукции должна сопровождаться документом (сертификатом), удостоверяющим соответствие ее заказу и требованиям стандартов. Сертификат должен содержать следующие данные:

наименование или товарный знак предприятия-изготовителя; наименование потребителя; марку стали; номер плавки и номер партии; профиль, размеры, количество мест, их общую массу и, в случае поставки по теоретической (сдаточной) массе, длину продукции в метрах; химический состав стали по ковшовой

пробе или в готовом прокате; номер соответствующего стандарта; заключение технического контроля о полном соответствии продукции всем требованиям стандарта; результаты всех испытаний, предусмотренных стандартом, в том числе и факультативных; данные о группах и категориях сталей по свойствам, качеству поверхности, назначению и т. п., предусмотренные стандартами.

В сертификате на термически упрочненную арматурную сталь дополнительно указывают: класс, механические свойства и фактический угол изгиба стержней в состоянии поставки, временное сопротивление и условный предел текучести после электронагрева, а также временное сопротивление нетермообработанных стержней (при наличии сырых концов).

Примеры условных обозначений сталей:

1. Лист размером 5 × 1000 × 2000 мм по ГОСТ 19903—74\* из стали марки 09Г2 (ГОСТ 19282—73) категории 2.

5 × 1000 × 2000 ГОСТ 19903—74\*  
Лист 09Г2-2 ГОСТ 19282—73.

2. Сталь горячекатаная толстолистовая нормальной точности прокатки (Б), высокой плоскостности (ПВ), с обрезной кромкой (О), размерами 10 × 160 × × 11000 мм, марки 15ХСНД (ГОСТ 6713—75\*) термически упрочненная (категория 3):

Б-ПВ-О-10 × 1600 × 11000 ГОСТ 19903—74\*  
Лист 15ХСНД ГОСТ 6713—75\*

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—71\*) делится по степени раскиснения на кипящую (кп), спокойную (сп) и полуспокойную (пс) и поставляется по трем группам: А — по механическим свойствам; Б — по химическому составу; В — по механическим свойствам и химическому составу.

В зависимости от нормируемых показателей сталь подразделяют на категории: группы А — 1, 2, 3; группы Б — 1, 2; группы В — 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Сталь по ГОСТ 380—71\* с учетом групп по степени раскиснения и повышенного содержания марганца выделяется следующих марок:

группа А — Ст0, Ст1пс, Ст1пс, Ст2пс, Ст2пс, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст4кп, Ст4пс, Ст5пс, Ст5пс, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп, Ст6Гпс.

группа Б — ВСт0, ВСт1кп, ВСт1пс, ВСт1пс, ВСт2кп, ВСт2пс, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс, ВСт4кп, ВСт4пс, ВСт4пс, ВСт5сп, ВСт5Гпс, ВСт6пс, ВСт6сп.

группа В — ВСт2кп, ВСт2пс, ВСт2сп, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3Гпс, ВСт4кп, ВСт4пс, ВСт4сп, ВСт5сп, ВСт5пс, ВСт5Гпс, ВСт6сп.

Буквы Ст обозначают «сталь», цифры от 0 до 6 — условный номер марки в зависимости от химического состава (главным образом углерода) и механических свойств. Буквы Б и В перед обозначением марки указывают на группу стали (группа А в обозначении полуспокойной стали указывает на повышенное содержание марганца. С гарантией свариваемости поставляются стали марок ВСт2, ВСт3 (кп, сп и пс) и ВСт3Гпс, а по требованию заказчика — сталь марок ВСт1, ВСт2, ВСт3 всех степеней раскиснения и ВСт3Гпс при содержании углерода до 0,22%.

Сталь толстолистовая и широкополосная (универсальная) углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 14637—79), в том числе термически упрочненная, изготавливается по группам А, Б и В всех категорий (ГОСТ 380—71\*) и марок ВСт1, содержащей С 0,09...0,22%, Мп 0,4...0,65%, Р до 0,045%, S до 0,055%, Si в стали ВСт1кп до 0,07%, ВСт1пс 0,05...0,15%, ВСт1сп 0,12...0,30%, только в стали ВСт1кп Мп 0,3...0,6%. Термически упрочняют сталь закалкой или закалкой с отпуском.

В обозначении сталей углеродистых качественных конструкционных (ГОСТ 1050—74\*\*) двузначная цифра (10, 10кп, 15 и т. д.) указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента. При повышенном содержании марганца в обозначение дополнительно вводят букву Г (15Г, 20Г и т. д.).

Сталь углеродистую и низколегированную конструкционную для мостостроения (ГОСТ 6713—75\*) изготавливают (с гарантией свариваемости) следующие марки: 16Д, 10Г2С1Д, 15ХНД и 10ХНД. Сталь марок 15ХНД и 10ХНД в зависимости от термообработки выпускается трех категорий: 1 — без термообработки, 2 — в нормализованном состоянии, 3 — в термически улучшенном состоянии после закалки и высокого отпуска. Категория в заказе указывается после наименования марки.

Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная (ГОСТ 19282—73) и сталь низколегированная сортовая и фасонная (ГОСТ 19281—73) применяются для сварных металлических конструкций и используются в изделиях, в основном, без дополнительной термической обработки. Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543—71\*) горячекатаная и ковкая диаметром или толщиной до 250 мм, калиброванная и сербрижка применяется в термически обработанном состоянии и поставляется в прутках, полах и листах. В зависимости от химического состава и свойств делится на категории: качественная, высококачественная и особо высококачественная. В зависимости от основных легирующих элементов сталь делится на 13 групп. В обозначении марок первые две цифры указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента, цифры, стоящие после буквы, — на процентное содержание легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что в марке содержится до 1,5% этого легирующего элемента. Буква А в конце наименования марки обозначает «высококачественная сталь», буква Ш — через тире — «особокачественная».

Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные выпускаются по ГОСТ 5632—72\*. К высоколегированным сталям условно отнесены сплавы, содержание железа в которых более 45%, а суммарное содержание легирующих элементов не менее 10%, считая по верхнему пределу, при содержании одного из элементов не менее 8% — по нижнему пределу. К сплавам из железоникелевой основе отнесены также, основная структура которых является твердым раствором хрома и других легирующих элементов в железоникелевой основе (сумма никеля и железа более 65% при приблизительно равном отношении никеля к железу 1:1,5), а к сплавам на никелевой основе — основная структура которых является твердым раствором хрома и других легирующих элементов на никелевой основе (содержание никеля не менее 55%). В зависимости от структуры стали подразделяют на классы: мартенситный, мартенситно-ферритный, ферритный, аустенитно-мартенситный, аустенитно-ферритный, аустенитный.

Арматурную сталь выпускают горячекатаную для армирования железобетонных конструкций (ГОСТ 5781—75), гладкую и периодического профиля, предназначенную для армирования обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций, и стержневую арматурную термически упрочненную периодического профиля (ГОСТ 10884—81) для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Сталь горячекатаная по ГОСТ 5781—75 имеет пять классов (А-I; А-II и А-III, А-IV, А-V), термически упрочненная — четыре (Аг-V, Аг-VI, Аг-VII).

**Механические свойства арматурной стали (ГОСТ 5781—75)**

Класс стали	Диаметр стержня, мм	Марка стали	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Испытание на изгиб в холодном состоянии	
						угле загиба, град	толщина оправки
А-I	6—40	Ст3кп3, Ст3сп3, Ст3сп3, ВСт3кп2, ВСт3сп2, ВСт3сп2	240	380	25	180	0,5d
		ВСт3пк2, ВСт3пк2	240	380	25	180	0,5d
А-II	10—40	ВСт5сп2, ВСт5пк2	300	500	19	180	3d
		18Г2С	300	500	19	180	3d
А-III	10—32	10ГТ	300	450	25	180	d
		35ГС, 25Г2С	400	600	14	90	3d
А-IV	10—18	80С	600	900	6	45	5d
		20ХГ2Ц	600	900	6	45	5d
А-V	10—22	23ХГ2Т	800	1050	7	45	5d

Примечания: 1. Буквой d обозначен диаметр стержня.  
 2. Ас-II — арматурная сталь класса А-II специального назначения.  
 3. Арматурную сталь классов А-I, А-II, А-III, А-IV изготовляют без термической обработки, класса А-V — после низкотемпературного отпуска (250±50° С).

**Механические свойства арматурных термически упрочненных стержней**

Класс стержней	Температура электронгрева (контролируемая), °С	Номинальный диаметр стержня, мм	Временное сопротивление разрыву, МПа	Условный предел текучести, МПа		Относительное удлинение δ <sub>п</sub> после разрыва, %
				не менее	не менее	
Аг-IV	350	10—18	900	600	8	5
				600	7	
Аг-V	400	10—14	1000	800	7	5
				800	6	
Аг-VI	450	10—14	1200	1000	6	5
				1000	5	
Аг-VII	500	10—32	1400	1000	5	5
				1200	5	

Примечания: 1. Стержни также испытывают на изгиб в холодном состоянии вокруг оправки толщиной 3d (d — диаметр арматуры).  
 2. Время нагрева образцов — от 1 до 5 мин без выдержки при контролируемой температуре.  
 3. Относительное удлинение δ<sub>п</sub> после разрыва составляет 2%.

**Определение марки стали по маркировке краской**

Наименование	Марка или класс	Цвет окраски на торце
Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—71*)	Ст0, ВСт0	Красный и зеленый
	Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, ВСт1кп, ВСт1пс, ВСт1сп	
	Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп	Белый и черный Желтый

Наименование	Марка или класс	Цвет окраски на торце
Сталь углеродистая и низколегированная конструкционная для мостостроения (ГОСТ 6713—75*) Сталь толстолистовая и широколистосная (Универсальная) углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 14637—79) Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций (ГОСТ 5781—75) Сталь термически упроченная периодического профиля (ГОСТ 10884—71) Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543—71*)	ВСт2кп, ВСт2пс, ВСт2сп, ВСт2кп, ВСт2пс, ВСт2сп, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3сп, ВСт3пс, ВСт4кп, ВСт4пс, ВСт4сп, ВСт4кп, ВСт4пс, ВСт4сп, ВСт5пс, ВСт5пс, ВСт5сп, ВСт5пс, ВСт5сп, ВСт6пс, ВСт6пс, ВСт6сп, ВСт6пс, ВСт6сп	Желтый Желтый Красный Черный Зеленый
	ВСтГ 15ХСНД 10ХСНД	Синий Желтый Синий Белый
	А-IV (80С, 20ХГ2Ц) А-V (23Х2Г2Т)	Красный и желтый Красный и зеленый
	Аг-IV Аг-V Аг-VI Аг-VII	Белый Синий Желтый Зеленый
	Хромистая Марганцовистая Хромомарганцовая Хромомеднистая Хромомолибденовая Хромомолибденовая и хромо-молибденованадиевая Хромованадиевая Никельмолибденовая Хромоникелевая и хромо-ни-келевая с бором Хромокремнемарганцовая Хромоникельмолибденовая	Зеленый и желтый Коричневый и синий Синий и черный Синий и красный Зеленый и фиолетовый Зеленый и черный Желтый и фиолетовый Желтый и черный Красный и фиолетовый Фиолетовый и черный

## Условные обозначения химических элементов в марках сталей

Элемент	Химический символ	Обозначение в марках сталей	Элемент	Химический символ	Обозначение в марках сталей
Железо	Fe	—	Титан	Ti	T
Углерод (графит)	C	У	Медь	Cu	Д
Марганец	Mn	Г	Кобальт	Co	К
			Вольфрам	W	В
			Ванadium	V	Р
			Алюминий	Al	А




Элемент	Химический символ	Обозначение в марках сталей	Элемент	Химический символ	Обозначение в марках сталей
Кремний	Si	С	Селен	Se	Е
Хром	Cr	Х	Нобий	Nb	Б
Никель	Ni	Н	Цирконий	Zr	Ц
Молибден	Mo	М	Сера	S	—
Вольфрам	W	В	Фосфор	P	Р
Ванадий	V	Ф	Азот	N	А
Алюминий	Al	Ю			



## Влияние химических элементов на характеристики сталей

Характеристика	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	V	Mo	Ti	Al
Временное сопротивление	++	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	0
Предел текучести	++	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	0
Относительное удлинение	=	-	-	=	0	0	0	0	-	-	-	0
Твердость	++	=	+	=	-	++	++	0	+	+	+	0
Ударная вязкость	++	=	+	=	-	++	++	0	+	+	+	0
Усталостная прочность	+	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0
Свариваемость	+	-	0	0	0	0	0	-	++	++	0	0
Стойкость против коррозии	0	-	+	+	0	+	+	++	+	+	+	0
Холоднаяломкость	0	0	+	+	0	+	+	+	0	0	0	0
Красноломкость	+	+	0	+	+	0	0	0	-	-	-	0

Условные обозначения: + повышает; ++ значительно повышает; — снижает; = значительно снижает; 0 — не влияет.

## Ориентировочное определение содержания углерода в стали по искре

Содержание углерода, %	Вид искры	Цвет искры
0,15—0,20		Соломенно-желтый
0,3		Светло-желтый
0,45—0,50		Светло-желтый

Содержание углерода, %	Вид искры	Цвет искры
1,1—1,3		Белый
1,0—1,8		Темно-красный

**Свариваемость сталей**

**Группы свариваемости сталей**

Группа	Свариваемость	Характеристика
I	Хорошая	Свариваются любыми способами без применения особых приемов, образуя сварные соединения высокого качества
II	Удовлетворительная	Для получения сварных соединений высокого качества требуется строгое соблюдение режимов сварки, применение специальных присадочного металла, особенно тщательная очистка свариваемых кромок и нормальные температурные условия сварки, а в некоторых случаях — предварительный и сопутствующий подогрев до 100—150°С, а также термообработка
III	Ограниченная	В обычных условиях сварки стали склонны к образованию трещин. Перед сваркой их подвергают термообработке и подогреву до 250—400°С с последующим отпуском
IV	Плохая	Качество сварных соединений пониженное, швы склонны к образованию трещин несмотря на то, что при сварке применяются сложные технологические приемы, обязательный подогрев изделий, предварительную и последующую термообработку

Свариваемость основного металла можно предварительно оценить по его химическому составу посредством эквивалента углерода  $C_e$ , подсчитываемого по формуле

$$C_e = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10}$$

Стали с содержанием  $C_e \leq 0,2$  хорошо свариваются, при  $C_e = 0,25 \div 0,35$  свариваются удовлетворительно, при  $C_e = 0,35 \div 0,45$  свариваемость ограниченная. При более высоком содержании углерода свариваемость плохая.

**Значение  $C_e$  для некоторых низколегированных сталей**

Марка стали	Значение $C_e$	
	максимальное	среднее
10Г2С, 09Г2	0,26	0,2
14Г, 15Г	0,28	0,23
15ГС, 10ХСНД	0,3	0,24
14Г2	0,31	0,26
20Г, 15Х, 14ХГС	0,34	0,28
15ХСНД, 18Г2С	0,29	0,29

**Свариваемость легированных конструкционных сталей (ГОСТ 4543—71 \*)**

Группа сталей	Свариваемость			
	хорошая	удовлетворительная	ограниченная	плохая
Хромистая	15Х, 15ХА, 20Х	30Х, 30ХРА	35Х, 38ХА, 40Х	45Х, 50Х
Марганцовистая	15Г, 20Г2, 10Г2	25Г, 30Г	35Г, 40Г, 30Г2, 35Г2	45Г, 50Г, 40Г2
Хромомарганцовая	18ХГ, 18ХГТ, 2ХГР	20ХГР, 27ХГР, 25ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ	40ГТР, 35ХГФ	—
Хромокремнистая	—	—	33ХС, 38ХС	40ХС
Хромомолибденовая и хромомолибденованадиевая	15ХМ, 20ХМ	30ХМ, 30ХМА	35ХМ, 38ХМ, 30ХЗМФ	40ХМФА
Хромованадиевая	15ХФ	—	40ХФА	—
Никельмолибденовая	15Н2М (15НМ), 20Н2М (20НМ)	—	—	—
Хромоникелевая и хромоникелевая с бором	20ХН, 12ХН2, 12ХН3А,	12Х2Н4А, 20ХН3А, 20Х2Н4А	40ХН	45ХН, 50ХН, 30ХН3А
Хромокремнемарганцовая и хромокремнемарганцевоникелевая	20ХГСА	25ХГСА	30ХГС, 30ХГСА, 30ХГСНА, 30ХГСН2А	35ХГСА
Хромомарганцевоникелевая и хромомарганцевоникелевая с титаном и бором	15ХГН2ТА, (15ХГНТА) 20ХГНР	—	38ХГН	—

Группа сталей	Свариваемость			
	хорошая	удовлетворительная	плохая	
Хромоникельмолибденовая	14Х2Н2МА	20ХН2М (20ХНМ)	30ХН2МА (30ХНМА), 38ХН2МА (38ХНМА), 18ХН2МА (18Х2Н2ВА), 25ХН2МА (25Х2Н2ВА)	40ХН2МА (40ХНМА), 40ХН2МА (40Х1НВА), 38ХН3МА
Хромоникельмолибденовая и хромоникельванадиевая	—	—	30ХН2МФА (30ХН2ВФА), 20ХН4ФА	36Х2Н2МФА (36ХН1МФА), 38ХН3МФА, 45ХН2МФА (45ХНМФА)
Хромомолибденовая и хромомолибденовая с молибденом	—	—	38Х2Ю (38ХЮ) 38Х2МЮА (38ХМЮА)	—

Примечание. В скобках приведены обозначения марок сталей, соответствующие ранее действующим ГОСТ 4543—71\* и техническим условиям.

### Область применения и свариваемость нержавеющей жаропрочных и жаростойких сталей [ГОСТ 5632—72\*]

Класс	Применение	Характеристика свариваемости
Мартенситные	Трубы, работающие при температуре до 650°С, задвижки и опоры котлов, внутренние элементы нефтеперерабатывающей аппаратуры, крепящиеся трубы, колонны	Ограниченная
Мартенситно-ферритные	Лопатки турбин (для температур до 550°С), роторы, диски, болты для газозовых турбин (для температур 550—580°С)	Удовлетворительная
Ферритные	Оборудование азотно-кислотных заводов (азоробочные башни, теплообменники, трубопроводы), оборудование пищевой промышленности, аппаратура для фосфорных кислот	»
Аустенитно-ферритные	Детали, работающие в сильноагрессивных средах (растворы органических и фосфорных кислот, среды, содержащие фтористые соединения и борную кислоту при температурах до +40°С)	»
Аустенитно-мартенситные	Детали конструкции, работающие при температуре 450—500°С, из железа, обогащенные в растворах солей и слабых кислот, клапаны поршневых двигателей	»

Класс	Применение	Характеристика свариваемости
Аустенитные	Детали, работающие в агрессивных средах, трубы и детали печей (для температур 500—550°С)	Хорошая

### СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### Проволоки сварочные

В соответствии с ГОСТ 2246—70\* предусмотрено 6 марок низкоуглеродистой, 30 — легированной и 39 — высоколегированной неомедненной и омедненной стальной проволоки для изготовления электродов, газовой и механизированной электродуговой сварки и наплавки. Диаметры проволоки, мм: 0,3; 0,5; 0,8; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12. Кроме того, для механизированной электродуговой наплавки по ГОСТ 10543—75 выпускается 9 марок углеродистой, 11 — легированной и 10 — высоколегированной проволоки диаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 6,5; 8 мм.

В зависимости от назначения стальною сварочную проволоку подразделяют на проволоку для сварки (наплавки) и проволоку для изготовления электродов (СЭ), что обусловлено более жесткими предельными отклонениями по диаметру проволоки для изготовления электродов.

По требованию потребителя проволоку изготавливают из сталей, выплавленных в вакуумноиндукционных печах (ВИ).

Пример условного обозначения: проволока сварочная диаметром 4 мм марки Св-08А для сварки (наплавки) с омедненной поверхностью 4Св-08А-0 ГОСТ 2246-70\*.

Чугунные прутки для сварки и наплавки серого чугуна и электродные стержни для дуговой сварки и наплавки чугуна изготавливают по ГОСТ 2671—70. В зависимости от назначения чугунные прутки подразделяются на следующие марки: А — для горючей газовой сварки; Б — для газовой сварки с местным нагревом и для электродных стержней.

НЧ-1 — для низкотемпературной газовой сварки тонкостенных отливок, НЧ-2 — для толстостенных отливок, БЧ и ХЧ — для износостойкой наплавки.

Сварочную проволоку и прутки 17 марок из меди и сплавов на медной основе по ГОСТ 16130-72 используют для сварки меди и ее сплавов, латуни, бронзы. Диаметры проволоки 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8 мм.

В качестве присадочных материалов при сварке титана плавлением используют холоднотянутую проволоку и прутки, изготовляемые из листового металла по составу, близкому к составу свариваемого металла.

Каждая партия проволоки должна сопровождаться сертификатом, в котором указывают: товарный знак предприятия-изготовителя; условные обозначения проволоки; номер плавки и марки; состояние поверхности проволоки; химический состав в процентах; содержание α-фазы в пробе; результаты испытаний на растяжение; массу проволоки нетто, кг.

Химический состав проволоки стальной сварочной, % (ГОСТ 2246—70 \*)

Марка	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Титан	Сера, не более	Фосфор, не более	Прочие элементы
<i>Низкоуглеродистая проволока</i>										
Св-08	До 0,10	До 0,3	0,35—0,60	До 0,15	До 0,30	—	—	0,04	0,04	Al до 0,01
Св-08А	До 0,10	До 0,3	0,35—0,60	До 0,12	До 0,25	—	—	0,03	0,03	Al до 0,01
Св-08АА	До 0,10	До 0,3	0,35—0,60	До 0,10	До 0,25	—	—	0,02	0,02	Al до 0,01
Св-08ГА	До 0,10	До 0,3	0,80—1,10	До 0,10	До 0,25	—	—	0,025	0,03	—
Св-10ГА	До 0,12	До 0,3	1,10—1,40	До 0,20	До 0,30	—	—	0,025	0,03	—
Св-10Г2	До 0,12	До 0,3	1,50—1,90	До 0,20	До 0,30	—	—	0,030	0,03	—
<i>Легированная проволока</i>										
Св-08ГС	До 0,10	0,60—0,85	1,40—1,70	До 0,20	До 0,25	—	—	0,025	0,03	—
Св-12ГС	До 0,14	0,60—0,90	0,80—1,10	До 0,20	До 0,30	—	—	0,025	0,03	—
Св-08Г2С	0,05—0,11	0,70—0,95	1,80—2,10	До 0,20	До 0,25	—	—	0,025	0,03	—
Св-10ГН	До 0,12	0,15—0,35	0,90—1,20	До 0,20	0,90—1,20	—	—	0,025	0,03	—
Св-08ГСМТ	0,06—0,11	0,40—0,70	1,00—1,30	До 0,30	До 0,30	0,20—0,40	0,05—0,12	0,025	0,03	—
Св-15ГСТЮЦА	0,12—0,18	0,45—0,85	0,60—1,00	До 0,30	До 0,40	—	0,05—0,20	0,025	0,025	Al 0,20—0,50 Цирконий 0,05—1,15 Церий ≥ 0,4
Св-20ГСТЮА	0,17—0,23	0,60—0,90	0,90—1,20	До 0,30	До 0,40	—	0,10—0,20	0,025	0,025	Al 0,20—0,50 Церий 0,30—0,45
Св-18ХГС	0,15—0,22	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	До 0,30	—	—	0,025	0,025	—
Св-10НМА	0,07—1,12	0,12—0,35	0,40—0,70	До 0,20	1,0—1,50	0,40—0,55	—	0,025	0,020	—
Св-08МХ	0,06—0,10	0,12—0,30	0,35—0,60	0,45—0,65	До 0,30	0,40—0,60	—	0,025	0,030	—
Св-08ХМ	0,06—0,10	0,12—0,30	0,35—0,60	0,90—1,20	До 0,30	0,50—0,70	—	0,025	0,030	—
Св-18ХМА	0,15—0,22	0,12—0,35	0,40—0,70	0,80—1,10	До 0,30	0,15—0,30	—	0,025	0,025	—
Св-08ХНМ	До 0,10	0,12—0,35	0,50—0,80	0,70—0,90	0,80—1,20	0,25—0,45	—	0,025	0,030	—
Св-08ХМФА	0,06—0,10	0,12—0,30	0,35—0,60	0,90—1,20	До 0,30	0,50—0,70	—	0,025	0,025	V 0,15—0,30
Св-10ХМФТ	0,07—0,12	До 0,35	0,40—0,70	1,40—1,80	До 0,30	0,4—0,60	0,05—0,12	0,030	0,030	V 0,20—0,35
Св-08ХГ2С	0,05—0,11	0,70—0,95	1,70—2,10	0,70—1,00	До 0,25	—	—	0,025	0,030	—
Св-08ХГСМА	0,06—0,10	0,45—1,45	0,85—1,15	0,85—1,15	До 0,30	0,4—0,60	—	0,025	0,025	—
Св-10ХГ2СМА	0,07—0,12	0,60—0,90	1,70—2,10	0,80—1,10	До 0,30	0,40—0,60	—	0,025	0,025	—
Св-08ХГСМФА	0,06—0,10	0,45—0,70	1,20—1,50	0,95—1,25	До 0,30	0,50—0,70	—	0,025	—	V 0,20—0,35
Св-04Х2МА	До 0,06	0,12—0,35	0,40—0,70	1,80—2,20	До 0,25	0,50—0,70	—	0,020	0,025	—
Св-13Х2МФТ	0,10—0,15	До 0,35	0,40—0,70	1,70—2,20	До 0,30	0,40—0,60	0,05—0,12	0,030	0,030	V 0,20—0,35
Св-08Х3Г2СМ	До 0,10	0,45—0,75	2,00—2,50	2,00—3,00	До 0,30	0,30—0,50	—	0,030	0,030	—
Св-08ХМНФВА	0,06—0,10	0,12—0,30	0,35—0,60	1,10—1,40	0,65—0,90	0,80—1,00	—	0,025	0,025	V 0,20—0,35
Св-08ХН2М	До 0,10	0,12—0,30	0,55—0,85	0,70—1,00	1,40—1,80	0,20—0,40	—	0,025	0,030	—
Св-10ХН2ГМТ	0,07—0,12	0,12—0,30	0,80—1,10	0,30—0,60	1,80—2,20	0,40—0,60	0,05—0,12	0,025	0,030	—
Св-08ХН2ГМТА	0,06—0,11	0,12—0,30	0,80—0,10	0,25—0,45	2,10—2,50	0,25—0,45	0,05—0,12	0,20	0,025	—
Св-08ХН2ГМЮ	0,06—0,11	0,25—0,55	1,00—1,40	0,70—1,10	2,00—2,50	0,40—0,65	—	0,030	0,030	Al 0,06—0,18
Св-08ХН2Г2СМЮ	0,06—0,11	0,40—0,70	1,50—1,90	0,70—1,00	2,00—2,50	0,45—0,65	—	0,030	0,030	Al 0,06—0,18
Св-06Н3	До 0,08	До 0,30	0,40—0,70	До 0,30	3,00—3,50	—	—	0,025	0,030	—
Св-10Х5М	До 0,12	0,12—0,35	0,40—0,70	4,00—5,00	До 0,30	0,40—0,60	—	0,025	0,030	—

Примечания: 1. Цифры, следующие за индексом Св (сварочная), указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента. Цифры, следующие за буквенными обозначениями химических элементов, — на среднее содержание элемента в процентах. После буквенного обозначения элементов, содержащихся в небольших количествах, цифры не проставлены.

2. Буква А в конце условных обозначений марок проволоки указывает на повышенную чистоту металла по содержанию серы и фосфора. В проволоке марки Св-08АА двойная буква А указывает на пониженное содержание серы и фосфора по сравнению с проволокой Св-08А.

Марка	Наплавляемый металл		Наплавляемые детали
	Тип по классификации МПС*	Твердость, НВ	
Нп-30	А	160—220	Оси, шпиндели, валы То же Натяжные колеса, скаты тележек Опорные ролики Опорные ролики, оси Колесчатые валы, крестовинны карданов
Нп-40		170—230	
Нп-50		180—240	
Нп-65		220—300	
Нп-80		260—340	
Нп-40Г	А	180—240	Оси, шпиндели, ролики, валы Натяжные колеса, опорные ролики гусеничных машин Крановые колеса, оси опорных роликов Железнодорожные бандажки, крановые колеса Обжимные прокатные валки, крановые колеса Трефы прокатных валков, детали авто-слепки, шлифовые валы Прокатные валки сортопрокатных станков Тяжелонагруженные крановые колеса, ролики роулангов Детали, испытывающие удары и абразивный износ
Нп-50Г		200—270	
Нп-65Г		230—310	
Нп-10ГЗ		250—330	
Нп-30ХГСА		220—300	
Нп-30ХЗВА	Н	33—40	Штампы горячей штамповки, валки ко- вочных машин То же Валки листо- и сортопрокатных станков, штампы горячей штамповки Ножи для резки горячего металла, прессы для инструмента Валки трубо- и сортопрокатных станков, штампы горячей штамповки
Нп-30Х5		372—420	
Нп-40Х12ВФ		380—440	
Нп-35Х2Г2В		370—420	
Нп-5ХНМ		400—500	
Нп-5ХНТ	В	400—500	Шлифовые валы, колесчатые валы двигателей внутреннего сгорания Обрезные штампы холодной штамповки, валы смесителей
Нп-5ХНВ		400—500	
Нп-45Х4ВЗФ		380—450	
Нп-45Х2В8Т		400—460	
Нп-50ХЗВ10Ф		420—500	
Нп-50ХФА	Е	430—500	Уплотнительные поверхности задвижек для пара и воды Плунжеры гидравлических прессов, шейки колесчатых валов, штампы Опорные ролики тракторов и экскаваторов, Жетали конвейера
Нп-3Х13		320—380	
Нп-2Х14		320—380	
Нп-3Х13		380—450	
Нп-4Х13		420—520	

\* МПС — Международный институт сварки.

Диаметр проволоки, мм	Внутренний диаметр вилков лотка, мм	Масса лотка проволоки, кг, не менее		
		нижнего диаметра	легированной	высоколегированной
0,3—0,5	150—300	2	2	1,5
0,8	200—350	5	5	3
1,0—1,2	250—400	20	15	10
1,4	300—600	25	15	10
1,6—2	300—600	30	20	15
2,5—3	400—600	40	30	20
4—10	500—750	40	30	20
12	600—800	40	30	20

**Электроды металлические**

Электроды покрытые металлические для сварки и наплавки стальной системы низируются и обозначаются следующим образом (ГОСТ 9466—75):  
 по назначению: для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>) — У; для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>) — Л; для сварки легированных теплоустойчивых сталей — Т; для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами — В; для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами — Н; по толщине покрытия: тонкое ( $D/d \leq 1,20$ ) — М; среднее ( $1,20 < D/d \leq 1,80$ ) — С; толстое ( $1,45 < D/d \leq 1,80$ ) — Д; оребренное ( $D/d > 1,80$ ) — Г, где D — диаметр электрода, d — диаметр стержня;  
 по качеству изготовления, состоянию поверхности покрытия, сплюснутости металла шва, содержанию серы и фосфора — на группы 1, 2, 3;  
 по видам покрытия: кислородное — А, основное — Б, целлюлозное — Ц, рутильное — Р, смешанное — соответствующее двойное обозначение, прочее — П;  
 по допустимым пространственным положениям сварки или наплавки: для всех положений — 1, для всех положений, кроме вертикального сверху вниз — 2, для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх — 3, для нижнего и нижнего «в лодочку» — 4;  
 по роду тока, полярности постоянного тока и номинальному напряжению холодного хода источника питания сварочной дуги переменного тока частотой 50 Гц — в соответствии с таблицей, приведенной ниже.

**Классификация электродов по роду и полярности тока**

Рекомендуемая полярность постоянного тока	Напряжение холодного хода источника переменного тока, В		Обозначение
	номинальное	предельное	
Обратная	—	—	0
Любая	50	±5	1
Прямая	—	—	2
Обратная	—	—	3



Рекомендуемая полярность полюсного тока	Напряжение холостого хода источника переменного тока В		Обозначение
	номинальное	предельное	
Любая	70	±10	4
Прямая			5
Обратная			6
Любая	90	±5	7
Прямая			8
Обратная			9

Во всех видах документации условное обозначение электродов должно состоять из марки, диаметра, группы электродов и обозначения стандарта (рис. 3).



Рис. 3. Условное обозначение электродов на этикетках или в маркировке коробок пачек и ящиков с электродом (ГОСТ 9466—75).

1 — тип; 2 — марка; 3 — диаметр; 4 — обозначение назначения электрода; 5 — обозначение толщины покрытия; 6 — группа электродов; 7 — группа индексов, указывающих характеристику металла по ГОСТ 9467—75; 8 — обозначение вида покрытия; 9 — обозначение допустимых пространственных положений сварки или наплавки; 10 — обозначение рода применения при сварке или наплавке тока, полярности постоянного тока и номинального напряжения холостого хода источника питания сварочной дуги переменного тока частотой 50 Гц; 11 — обозначение настоящего стандарта; 12 — обозначение стандарта на тип электродов.

**Пример условного обозначения электродов типа Э46А по ГОСТ 9467—75, марки УОНИ-13/45, диаметром 3 мм, для сварки углеродистых и низколегированных сталей У, с толстым покрытием Д, 2-й группы, с установочной по ГОСТ 9467—75 группой индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва, 43 2(5), с основным покрытием В, для сварки во всех пространственных положениях 1 на постоянном токе обратной полярности 0 на этикетках или в маркировке коробок пачек и ящиков с электродами:**  
**Э46—УОНИ 13/45—3.0—УД2 ГОСТ 9466—75, ГОСТ 9467—75;**  
**Е 43 2(5) — В10 ГОСТ 9466—75, ГОСТ 9467—75;**  
 В Документации:  
 электроды УОНИ-13/45—3.0—2 ГОСТ 9466—75.

**Механические свойства металлов шва, наплавленного и соединения при дуговой сварке металлургическими электродами для конструктивных сталей**

Тип электрода	Металл шва и наплавленный			Угол загиба для металла соединення, сваренного электродами диаметром менее 3 мм, град
	Временное сопротивление при разрыве, МПа	Относительное удлинение $\sigma_{0.2}$ , %	Ударная вязкость Дж/м <sup>2</sup> ·10 <sup>-3</sup>	
Э38	380	14	3	60
Э42	420	18	8	150
Э42А	420	22	15	180
Э46	460	18	8	150
Э46А	460	22	14	180
Э50	500	16	7	120
Э50А	500	20	13	150
Э55	550	20	12	150

Тип электрода	Металл шва и наплавленный			Угол загиба для металла соединення, сваренного электродами диаметром менее 3 мм, град
	Временное сопротивление при разрыве, МПа	Относительное удлинение $\sigma_{0.2}$ , %	Ударная вязкость Дж/м <sup>2</sup> ·10 <sup>-3</sup>	
Э60А	600	18	10	120
Э70	700	14	6	—
Э85	850	12	5	—
Э100	1000	10	5	—
Э125	1250	8	4	—
Э150	1500	6	4	—

Примечание 1. Для электродов марок Э70, Э85, Э100, Э125, Э150 механические свойства устанавливаются после термической обработки.  
 2. Механические свойства металла соединения, сваренных электродами марок Э70, Э85, Э100, Э125, Э150, диаметр которых меньше 3 мм, должны соответствовать требованиям технических условий или паспортов на электроды конкретных типов

**Сварочно-технологические свойства электродов**

Показатели	Вид покрытия		рутильное и рутин-обоечное
	органическое	основное (фтористокальциевое)	
Устойчивость горения дуги	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Высокая
	Разрывистость	Незначительная	Умеренная
Однородность слоя шва	Однородная	Удовлетворительная	Хорошая
	Формирование металла шва	Валик слетка волнистый, мелкочешуйчатый	Валик выпуклый, средний чешуйчатый (при сварке корневого слоя)
Средний коэффициент прилипания	10,5	9	8
	Провар	Средний	Несколько повышенный
Склонность к образованию трещин	Склонность к образованию трещин при пересушенных электродов	При увлажнении и удлинении дуги	При превышении тока
	При нарушении технологии требований нормативных документов	Малая	Малая

**Механические свойства металлов шва и наплавленного при дуговой сварке метал-  
лическими электродами для легированных теплоустойчивых сталей**

Тип электрода	Временное сопротив- ление разрыву, МПа	Относительное удли- нение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость, Дж/м <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
Э09М	450	18	10
Э09МХ	460	18	9
Э03Х1М	480	18	9
Э05Х2М	480	18	9
Э09Х2М1	500	16	8
Э09Х1МФ	500	16	8
Э10Х1М1НФБ	500	15	7
Э10Х3М1БФ	550	14	6
Э10Х5МФ	550	14	6

П р и м е ч а н и я 1. Механические свойства металла дна после термической обработки по режимам, регламентированным техническими условиями или паспортом на электроды ковкистля марки. 2. Механические свойства соединений, сваренных электродами, диаметр которых меньше 3 мм, должны соответствовать техническим условиям и паспортным данным на электроды конкретных марок

**Механические свойства металла шва, наплавленного при дуговой сварке метал-  
лическими электродами для высоколегированных сталей с особыми свойствами**

Тип электрода	Временное сопротив- ление разрыву, МПа	Относительное удли- нение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость, Дж/м <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
Э12Х13	600	16	5
Э06Х13Н	650	14	5
Э10Х17Т	650	—	—
Э12Х11НМФ	700	15	5
Э12Х11НВМФ	750	14	5
Э14Х11НВМФ	750	12	4
Э10Х16Н4Б	1000	8	4
Э08Х24Н6ТАМФ	700	15	5
Э04Х20Н9	550	30	10
Э07Х20Н9	550	30	10
Э02Х21Н10Г2	550	30	10
Э06Х22Н9	650	20	—
Э08Х22Н9	550	30	10
Э08Х16Н8М2	550	30	10
Э08Х17Н8М2	550	30	10
Э06Х19Н11Г2М2	500	25	9
Э02Х20Н14Г2М2	550	25	10
Э02Х19Н9Б	550	30	12
Э08Х19Н10Г2Б	550	24	8
Э08Х20Н9Г2Б	550	22	8
Э10Х17Н13С4	600	15	4
Э08Х19Н10Г2МБ	600	24	7
Э09Х19Н10Г2МБ	600	22	7
Э08Х19Н10Г2МБ	600	22	7
Э08Х19Н9Ф2С2	600	25	8
Э08Х19Н9Ф2СМ	600	22	8
Э09Х16Н8Г3М3Ф	650	28	6
Э09Х19Н11Г3М2Ф	580	22	5
Э07Х19Н11М3Г2Ф	550	25	8
Э08Х24Н12Г3СТ	550	25	9
Э10Х2513Г2	550	25	9

**Продолжение**

Тип электрода	Временное сопротив- ление разрыву, МПа	Относительное удли- нение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость, Дж/м <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
Э12Х24Н14С2	600	24	6
Э10Х25Н13Г2Б	600	25	7
Э10Х28Н12Г2	650	15	5
Э03Х15Н9АГ4	600	30	12
Э10Х20Н9Г6С	550	25	9
Э28Х24Н16Г6	600	25	10
Э02Х19Н18Г5АМ3	600	30	10
Э11Х15Н25М6АГ2	600	30	12
Э09Х15Н25М6Г2Ф	650	30	10
Э27Х15Н35Б3Г2Б2Т	650	20	10
Э04Х16Н35Г6М75	600	25	5
Э06Х25Н40М7Г2	600	30	8
Э08Н60Г7М7Т	450	30	12
Э08Х25Н60М10Г2	650	20	10
Э02Х20Н60М15Б3	700	24	12
Э04Х10Н60М24	600	15	7
Э08Х14Н65М15Б4Г2	600	15	—
Э10Х20Н70Г2М2Б	550	20	10
Э10Х20Н70Г2М2Б2В	650	—	—

П р и м е ч а н и я. Механические свойства металла для электродов типов Э12Х13, Э10Х17Т, Э12Х11НМФ, Э12Х11НВМФ, Э14Х11НВМФ, Э10Х16Н4Б, Э08Х24Н6ТАФМ, приведенные после термиче-ской обработки по режимам, регламентированным паспортами или техническими условиями на электроды конкретных марок, а для электродов остальных типов — в состоянии после сварки.

## Характеристики электродов общего назначения для сварки сталей

Тип электрода (ГОСТ 9467-75)	Марка электрода	Ток и полярность	Положение сварки	Коэффициент наплавки, г/А·ч	Режим прокатки (сушки)	
					Температура, °С	Время, мин
Э42	АНО-5	Постоянный и переменный	Любое	11	180—200	60
	АНО-6	То же	»	8,5	180—200	60
	ОМА-2	»	»	10	100	60
	ВСП-1	»	»	10	100	60
	ВСП-2	Постоянный	»	10,5	100—110	60—90
	ВСП-4	Постоянный, на электроде (+)	»	10	100—110	60
Э42А	УОНИ-13/45	То же	»	8,5	350—370	60
	СМ-11	Постоянный и переменный	»	9,5	300—350	60
	УП-1/45	То же	»	10	350—370	60
	УП-2/45	Постоянный и переменный	»	10	300—350	60
Э46	ОЗС-2	Постоянный, на электроде (+)	»	8,5	250—300	60
	АНО-3	Постоянный и переменный	»	8,5	190—200	40
		То же	»	8,3	190—200	40
	МР-3	»	»	7,8	170—200	90
	ОЗС-4	»	»	8,5	100—120	60
	ОЗС-6	»	»	0,5	150—180	60
	РБУ-4	»	»	7,8	200	90—120
	РБУ-5	»	»	9	200	90—120
	ЭРС-2	»	»	10,5	150	90
	ОЗС-3	»	Нижнее	15	150—180	60
АНО-13	»	Вертикальное	9	200	30—40	
Э46А	ЗРС-1	Постоянный и переменный	Нижнее	14	150	60
	ОЗС-9	То же	Любое	6,5—7,5	120—160	60
	ОЗС-12	»	»	8—8,5	120—160	60
	Э138/45Н	Постоянный, на электроде (+)	»	8,5	330—350	30
Э50	ВСП-3	Постоянный	»	9,5—13	100—110	90—120
	ВСП-4А	Постоянный, на электроде (+)	»	10	100	60
Э50А	УОНИ-13/55	То же	»	9	350	60
	ДСК-50	Постоянный и переменный	Постоянный, на электроде (+)	10	350—370	60
	СК2-50	То же	То же	9,5	350—360	60
	УП-1/55	»	»	10	50	30
	АНО-11	»	»	10	350	60
	Э138/50Н	Постоянный, на электроде (+)	»	9	320—380	60
Э55	АНО-10	Постоянный и переменный	Нижнее, вертикальное	12	350—400	60
		Постоянный, на электроде (+), и переменный	Горизонтальное и вертикальное	9,5	300—350	60
Э60А	УОНИ-13/65	Постоянный, на электроде (+)	Любое	9	400	60
Э70	ЛК3-70	То же	Нижнее	9,5	320—350	60
	48Н-1	»	Любое	9	380	60
Э85	АНП-2	»	»	9	420—450	120
	УОНИ-13/85	—	»	9,5	370	60
	УОНИ-13/85У	Постоянный и переменный	»	10	300—350	60

Тип электрода	Марка электрода	Марка сварочной проволоки (ГОСТ 2246-70 *)	Ток и полярность	Положение сварки	Коэффициент наплавки, г/А·ч	Режим прокатки	
						Температура, °С	Время, мин
Э09М	ЦУ-2М	Св-08А	Постоянный, на электроде (+)	Любое	9—10	300—350	60
Э09МХ	ЦЛ-14	Св-08А	Постоянный и переменный	»	10,5	150—200	60
	ОЗС-11	Св-08А	То же	»	8—9	300—350	60
	ГЛ-14	Св-08МХ	Постоянный, на электроде (+)	»	8	300—350	90
Э-09Х1М	ЦЛ-30-63	Св-08МХ	»	Нижнее вертикальное	10,4	350	60
Э-09Х1МФ	ЦЛ-20-63	Св-08ХМФА	»	Любое	10,3	330—350	45
Э-10Х1М1НФБ	ЦЛ-27Б	Св-08ХМФА	»	»	10,5	120—200	60
Э-10Х3М1БФ	ЦЛ-26М-63	Св-08А	»	»	10,5	330—350	60
Э-10Х5МФ	ЦЛ-17-63	Св-10Х5М	»	»	10,5	300—350	45

## Коррозионностойкие аустенитные и нержавеющие хромистые стали (тип электрода по ГОСТ 10051—75)

Э-04Х20Н9	ОЗЛ-14	Св-01Х19Н9	Постоянный и переменный	Любое	11	200—250	60
Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8	Св-01Х19Н9, Св-04Х19Н9, Св-06Х19Н9Т	Постоянный, на электроде (+)	Любое	13	270	40
	Л-39	Св-04Х19Н9	То же	Нижнее и вертикальное	10,5	200—250	90
Э-08Х19Н10Г2Б	ЦЛ-11	Св-04Х19Н9, Св-07Х19Н10Б,	»	Любое	12,5	320—350	90
	Л-38	Св-07Х19Н10Б	Постоянный, на электроде (+)	Нижнее и вертикальное	10,5	320—380	90
	ОЗЛ-7 Л-40М	Св-01Х19Н9 Св-01Х19Н9, Св-04Х19НД	То же »	Любое Нижнее и вертикальное	11,5 10,5	270 320—380	40 90
Э-08Х19Н10Г2МБ Э-12Х13	ЦТ-15-1	Св-07Х19Н10Б	»	Любое	12	350—450	90
	ЦТ-15	Св-07Х19Н10Б	»	»	12	350—450	90
	ЗИО-3	Св-07Х19Н10Б	»	»	12,5	300—320	90
	ЭА-898/19	Св-07Х19Н10Б	»	»	11,5	320—350	60
	УОНИ/10Х13	Св-06Х14	»	Нижнее и вертикальное	11	300	60
Э-10Х17Т	УОНИ/10Х17Т	Св-10Х17Т	»	Любое	11	300	60
Э-09Х16Н8Г3М3Ф Э8Х17Н8М2	ЭА-400/10У	Св-04Х19Н11М3	»	»	12	320—380	60
	НИАТ-1	Св-06Х19Н9Т	»	»	10,5	150—350	60
	ЭНТУ-3М	Св-04Х19Н11М3	»	»	11,5	270	25
Э-09Х19Н10Г2М2Б	ЦЛ-4	Св-06Х19Н9Т	»	»	11	350—450	90
	СЛ-28	Св-08Х19Н10М3Б	»	Нижнее и наклонное	10,7	350—380	60
	ЭЛ-400/13 НЖ-13	Св-04Х19Н11М3 Св-04Х19Н11М3	» »	Любое Нижнее и вертикальное	12 12,5	320—380 300	60 120
Э-08Х19Н9Ф2С2	ЭА-606/11	Св-0819Н9Ф2С2	»	Любое	12	300—350	120
	ГЛ-2	Св-08Х19Н9Ф2С2	»	Нижнее и вертикальное	10,5	320—380	90

## Жаростойкие стали и сплавы (тип электрода по ГОСТ 10051—75)

Э-10Х28Н12Г2	ОЗЛ-6	Св-07Х25Н13	Постоянный, на электроде (+)	Любое	11,5	300	60
	ЦЛ-25	Св-07Х25Н13	То же	»	10,5	350—400	90
	ОЗЛ-4	Св-10Х20Н15	»	»	12	300	60

Тип электрода	Марка электрода	Марка сварочной проволоки (ГОСТ 2246 — 70 *)	Ток и полярность	Положение сварки	Коэффициент наплавки, г/А·ч	Режим прокатки	
						Температура, °С	Время, мин
Э-28Х24Н16Г6	ОЗЛ-9А	Св-30Х45Н16Г7	Постоянный, на электроде (+)	Нижнее и вертикальное	13,5	300	60
Э-12Х24Н14С2	ОЗЛ-5	Св-10Х20Н15	То же	Любое	12,5	300	60
	ЦТ-17	Св-10Х20Н15	»	»	10,5	350—400	90
Э-09Х16Н8ГЗМЗФ	ЦТ-1	Св-04Х19Н9, Св-06Х19Н9Т	Постоянный, на электроде (+)	Любое	13	350—450	90
	ЦТ-7-1	Св-04Х19Н11МЗ	»	»	10,5	350—400	90
Э-07Х19Н11МЗГ2Ф	ЦТ-7	Св-04Х19Н11МЗ	»	Нижнее	12	350—400	90
	КТИ-5-62	Св-04Х19Н11МЗ	»	Любое	12	300—350	120—180
Э-28Х24Н16Г6	ОЗЛ-9	Св-13Х25Н18	»	»	13,5	300	60
Э-27Х15Н35ВЗГ2Б-2Т	КТИ-7-62	Св-30Х15Н35ВЗБЗТ	»	»	11,2	300—350	120
Э-12Х11НВМФ	КТИ-10-62	Св-10Х11НВМФ	»	»	9,2	350	70

Тип электрода (обозначение МПС)	Марка	Твердость наплавленного металла НВ С150	Условия эксплуатации или	Детали, подлежащие наплавке
Э-225Х10Г10С Э-65Х25Г13НЗ Э-65Х11НЗ(Е) Э-175В8Х6С1	ЦН-11 ЦНИН-4 ОМГ-Н ЦН-16	40—50 25—30 22—29 52—57	Износ, смятие и большие ударные нагрузки	Цепи дробилок, железнодорожные крестовины, элементы драг
Э-110Х14В13Ф2	ВСН-6	50—55	Интенсивный абразивный износ с ударными нагрузками	Зубья роторных экскаваторов, резцы машин для мерзлого грунта
Э-260Х15Н3М2	ВСН-11	—	Интенсивный абразивный износ с большими ударными нагрузками	Зубья однокоршковых экскаваторов
Э-300Х25РС2Г (Г)	КБХ-45, Т-590, Т-620	60—68	Интенсивный абразивный износ без ударных нагрузок	Ковши землечерпадок, шнеки, ковши роторных лескоматов
Э-300Х30РС2Г	ХР-19	60—62	То же	Ковши землечерпадок, шнеки, ковши драг и др.
Э-500Х30Р8Г	БХ-2	66—70	Интенсивный абразивный износ без ударных нагрузок	Шнеки, ножи грунтосмесительных машин, матрицы и пуансоны
Э-300Х25Т	Т-268	58—60	Интенсивный абразивный износ с небольшими ударными нагрузками	Ковшовые цепи экскаваторов, козлы черпаков, отвалы и ножи бульдозеров
Э-300Х28Н4С4 (Г)	ПС-1 (сормайт-1)	48—54	То же	Зубья и ковши однокоршковых экскаваторов, ножи автогрейдеров и др.
Э-320Х23С2ГТР(Г)	Т-620	55—62	Интенсивный абразивный износ	Биты мельниц, шнеки камнедробилок, зубья ковшей экскаваторов
Э-80Х4С (Г)	13КН/ЛИВТ	50—60	То же	Ножи дорожных машин, зубья черпаков
Э-350Х26Г2Р2СТ (Г)	Х-5	58—63	»	Ножи торфокопалей, матрицы и шпеллеги торфобрикетных прессов

Марка электрода	Материал сердечника		Коэффициент наплавки, г/А·ч	Температура прокалки, °С
	Марка	ГОСТ		

Алюминий и его сплавы

ОЗА-1	Св-А91	ГОСТ 7871-75	6,3	150—200
	Св-А97	ГОСТ 7871-75	7,5—7,8	150—200
А-2	Св-АМц	ГОСТ 7871-75	7,5—7,8	150—200
	Св-АК5	ГОСТ 7871-75	7,5—7,8	150—200
ОЗА-2	Св-АК5	ГОСТ 7871-75	6,25—6,5	150—200

Медь и ее сплавы

*Кожомолец-100*	Медная проволока	ГОСТ 2112-79	14	350
	МНЖ5-1	ГОСТ 16130-72	12	150—200
АНМц/ЛКЗ-АВ	МНЖКТ-1-0,2-0,2	ГОСТ 16130-72	16,5	150—200

Сплавы на основе никеля

МЗОК	НМЖМц-28-2,5-1,5	ГОСТ 492-73*	13	350
	ХН-1	ГОСТ 492-73*	14	350

Примечания: 1. Ток постоянный, на электроде (+).  
2. Положенные сварки — нижние.  
3. Время прокалки составляет 60 мин.

Проволоки порошковые

Проволоки порошковые для механизированной дуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей, наплавки изношенных поверхностей и сварки арматуры изготовляют по техническим условиям разработчиков — Института электросварки им. Е. О. Патона, ВНИИМонтажспецстрой Минмонтажспецстрой СССР, треста Днепросталконструкция, ВНИПИ Промстальконструкция. Оболочка порошковой проволоки представляет собой трубку, свернутую из стальной (чаще из низкоуглеродистой стали) ленты толщиной 0,2—0,5 мм. Внутри оболочка заполнена смесью порошков из газо- и шлакообразующих компонентов.

Марка электрода	Диаметр, мм	Соответствие тип электродов по ГОСТ 9467-75	Способ сварки	Положение обарки, наименование	Разработчик
ПП-1ДСК	2,2;	Э46	Открытой дугой	Нижнее, сварка неотверстанных конструкций	Трест Днепро-стальконструкция
	1,8				
ПП-2ДСК	2,35	Э60	То же	Нижнее, наклонное, горизонтальное	То же
ППВ-4	2,3	Э46	»	Нижнее, вертикальное	ВНИИМонтаж-спецстрой Минмонтаж-спецстрой СССР
ППВ-5 ППТ-7	2,3	Э50А	»	То же	То же
ПП-АН3	3,0	Э50А	»	Нижнее	Институт электросварки им. Е. О. Патона
ПП-АН7	2,0; 2,3	Э50А	»	Нижнее, вертикальное	То же
ПП-АН11	2,0; 2,4	Э50А	»	Нижнее, горизонтальное, вертикальное	»
ПП-АН23	3,0	Э50А	»	Нижнее, сварка стыков арматуры в инженерных формах	»
ПП-АН25	3,0	Э46	»	Нижнее	»
ПП-АН8	2,0; 2,5;	Э46	В среде защитного газа	Нижнее, наклонное, горизонтальное	»
3,0					
ПП-АН9	2,2; 2,5	Э46	То же	Нижнее, горизонтальное	»
ПП-АН10	2,0; 2,3	Э46	»	Нижнее, наклонное, горизонтальное	»
ПП-АН20	2,0; 2,4	Э60	»	Нижнее	»
ПП-АН21	1,4; 1,6;	Э50А	»	Нижнее, вертикальное, горизонтальное	»
ПП-АН22	1,8; 2,0;	»	»	То же	»

Марка проволоки люкс	Диаметр, мм	Соответ- ствие тип элек- трод по ГОСТ 9487-75	Способ сварки	Положение сар- ки, назначение	Разработчик
ПП-2ВДСК	2,3	Э50А	С принудительным фор- мированием С полупри- нудительным формирова- нием и допол- нительной за- щитой угле- кислым газом С принудительным формирова- нием	Вертикальное	Трест Днепростальконструкция
ПП-АНЭС	3,2; 3,5	Э50А	То же	»	Иnstитут электротехнической промышленности им. Е. О. Патона
ПП-АН19	2,3; 3; 3,5	Э50А	То же	Вертикальное	Иnstитут электротехнической промышленности им. Е. О. Патона
ПП-АН19С	3	Э60; Э50А	То же	»	То же
ПП-АН24	2,8	Э60	»	Неповоротные стыки труб	»
ПП-АН30	2,3; 3	Э60; Э50А	»	Вертикальное	»

Примечание. Для сварки нержавеющей стали типа 18-8 может быть использована проволока марки ПП-АНВ-1, разработанная Институтом электросварки им. Е. О. Патона.

## Порошковые проволоки и пенты для механизированной наплавки

Марка проволоки или пента	Тип наплавленного металла (обозначение МИС)	Твердость после наплав- ки НРс	Марка флюса или сварка открытой ду- гой (О)	Объекты наплав- ки
ПЛ-АН101; ПЛ-АН102	У30Х25НЭС3 (G)	50—55	АН-15М, О	Детали засыпных аппаратов доменных печей, валки и била дробилок, ножи трейдеров, плиты скипов, гильзы шнековых насосов и другие детали, работающие в условиях абразивного износа. Возможна наплавка на сталь 110Г13Л1

Марка проволоки или пента	Тип наплавленного металла (обозначение МИС)	Твердость после наплав- ки НРс	Марка флю- са или свар- ка открытой дугой (О)	Объекты наплавки
ПП-АН103 ПП-АН104	У20Х12М (E) У20Х12ВФ (E)	40—44 40—44	АН-20 АН-20	Ножи холодной резки металлов, рабочие элементы смесителей и другие детали, испытывающие абразивный износ и ударные нагрузки Уплотнительные поверхности газовой и нефтяной арматуры, эксплуатационной при температуре до 450°C, плунжеры гидростем
ПП-АН106	10Х14Т (E)	42—48	О	Шнеки, ковши землечерпалок и другие детали, испытывающие интенсивный абразивный износ без ударов
ПЛ-АН112	У25Х15БВРТ	48—52	АН-20, АН-70	Ролики ролыгангов, торсионные шпильки, роликки, катки и натяжные колеса гусеничных машин, посадочные места различных валов, восстановленные размеры деталей из углеродистых сталей
ПП-АН120 ПП-АН121 ПП-АН122	20Х212М (A) 20ХГТ (A) 30Х5Г2М (B)	НВ 300—350 НВ 280—350 50—56	АН-348А О О	Зубья, козырьки и стенки ковшей экскаваторов, когосники грехотов, ножи дробилки, фундаменты звенья и звездочки ходовой части гусеничных машин, лопасти дымососов и другие дета-

Марка проволоки или ленты	Тип наплавленного металла (обозначение МПС)	Твердость после наплавления НР <sub>c</sub>	Марка флюса или сварки открытой дугой (О)	Объекты наплавки	Марка проволоки или ленты	Тип наплавленного металла (обозначение МПС)	Твердость после наплавки НР <sub>c</sub>	Марка флюса или сварки открытой дугой (О)	Объекты наплавки
ПЛ-АН131	90Х7М3-50 (Е)	48—54	АН-20	ли, работающие в абразивной среде; наплавка на детали из стали 110Г13Л	ПЛ-У25Х25Г3РЮ	У25Х25Г3РЮ (Г)	48—52	АН-20, АН-70	ров и другие детали, испытывающие абразивный износ с умеренными ударами на грузами
ПЛ-АН133	10Х18Н9С6Г2 (Д)	28—34	АН-28, АН-20, 48-ОФ-10	ты смесителей, ролики ролевиков и другие детали, работающие в условиях циклической термической нагрузки и износа Уплотнительные поверхности энергетической арматуры, работающей при температуре до 540 °С и высоком давлении	ЛМ-70ХЭМН	70ХЭМН (В)	54—58	АН-60	Ножи горфокотелей, била дробилок и другие детали, подвергающиеся абразивному износу с сильными ударами на грузами
ПЛ-АН138	08Х15Н2 (Е)	НВ 220—250	О	Рабочие колеса, камеры проточного тракта гидротурбин и другие детали, подвергающиеся кавитационной эрозии; возможна наплавка на вершинные поверхности	ЛМ-20Х10ГЮТ	2ЛХ10Г10Т	32—48	АН-20	Плунжеры гидрорессор, лопасти гидротурбин, камеры насосов и другие детали, испытывающие гидроабразивный износ
ПЛ-АН170 ПЛ-АН171	70Х20Р3Т (Г) У10Х20Р4Т (Г)	60—65 60—65	О	Рабочие колеса и улитки грунтовых насосов и рабочие органы землеройных машин при эксплуатации на песчаных грунтах, щеки, козлырки, многошаровых экскаваторов, драг и другие детали, испытывающие интенсивный абразивный износ без сильных ударов	ЛМ-10Х12Н2В2Ф	10Х12Н2В2Ф (Е)	41—45	АН-20	Тормозные шкивы, штампы холодной и горячей штамповки и другие детали, работающие при трении металла по металлу
ПЛ-У25Х25, Г3Ф2РН	У25Х25Г3ФРН (Г)	52—56	АН-20 или АН-70	Многотарельчатых экскаваторов, драг и другие детали, испытывающие интенсивный абразивный износ без сильных ударов	ЛМ-25Х25Н16Г7Т	25Х25Н16Г7Т (Д)	28—35	АН-28	Детали химического, нефтехимического и кузнечно-прессового оборудования, в условиях коррозии и износа
ПЛ-У40Х38Г3РТЮ	У40Х38Г3РТЮ—52 (Г)	50—54	АН-60	Ножи бульдозеров, автогрейдеров, автогендер-	ПЛ-У40Х38Г3РТЮ	У40Х38Г3РТЮ—52 (Г)	50—54	АН-60	Лопатки дорожных фрез, ножи бульдозеров, ко-



Марка проволоки или ленты	Тип наплавленного металла (обозначение МПС)	Твердость после наплавления НР <sub>c</sub>	Марка флюса или открятой дугой (О)	Объекты наплавки
ПТ-У10Х4Г2Р ЛМ-У10Х7ГР	У10Х4Г2Р-60 (Е) У10Х7ГР-60 (Е)	52—62 58—62	АН-60 О	Зырьки ковшей, зубья трапезных экскаваторов, испытывающие интенсивный абразивный износ без сильных ударных нагрузок Катки гусеничного хода тракторов, подшипники ротора и другие детали, подверженные абразивному износу в умеренным ударным нагрузкам Зубья экскаваторов, ножи бульдозеров и скреперов, испытывающие интенсивный абразивный износ с умеренными ударами грузами
ПЛ-У30Х30Г3ТЮ	У30Х30Г3ТЮ (Г)	56—60	АН-60	

**Флюсы сварочные**

**Марки плавящихся флюсов и их назначение (ГОСТ 9087—81)**

Марка	Размер зерен, мм	Вид флюса и цвет зерен	Назначение
АН-348-А АН-348-АМ ОСП-45 ОСП-45М	0,35—3 0,25—1 0,35—3 0,25—1	Стекловидный; желтый и коричневый всех оттенков Стекловидный; светлосерый, желтый и коричневый всех оттенков	Механизированная сварка и наплавка углеродистых и низколегированных сталей низкоуглеродистой и легированной сварочной проволокой То же
АН-60	0,35—4,0	Пемзовидный; белый, желтый всех оттенков и светлосерый	То же

Марка	Размер зерен, мм	Вид флюса и цвет зерен	Назначение
ФЦ-9	0,25—1	Стекловидный; светло-желтый и коричневый всех оттенков	Механизированная сварка и наплавка углеродистых и низколегированных сталей низкоуглеродистой и легированной сварочной проволокой Электрошлаковая сварка углеродистых сталей низкоуглеродистой и легированной сварочной проволокой
АН-8	0,25—2,5	Стекловидный; желтый и коричневый всех оттенков	Дуговая автоматическая наплавка высоколегированных сталей
АН-20С	0,25—3	Стекловидный; светло-серый и светло-голубой	Автоматическая и полуавтоматическая сварка
АН-22	0,25—2,5	Стекловидный; желтый всех оттенков и светло-коричневый	Дуговая автоматическая наплавка легированных сталей легированной сварочной проволокой
АН-26С	0,25—2,5	Стекловидный; серый всех оттенков и светло-зеленый	Автоматическая и полуавтоматическая сварка нержавеющей, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей То же
АН-26СП	0,25—4	Смесь стекловидных и пемзовидных зерен; серый всех оттенков и светло-зеленый	То же

Примечания. 1. Флюсы в наименовании марки флюса имеют следующие значения: М — мелкий, С — стекловидный, П — пемзовидный.  
2. При выработанной технологии флюсы марок АН-8, АН-20С, АН-20СМ, АН-20П, АН-22, АН-26С и АН-26П могут применяться для сварки сварочной проволокой.  
3. Стекловидный флюс с размером зерен не более 3 мм и пемзовидный с размером зерен до 4 мм предназначен для автоматической сварки проволокой диаметром не менее 3 мм.  
4. Стекловидный флюс с размером зерен не более 1,5 мм предназначен для автоматической и полуавтоматической сварки проволокой диаметром до 3 мм.  
5. Флюс марки АН-26СП может быть изготовлен смешиванием выплавляемых отдельно флюсов марок АН-26С, АН-26П в соотношении 50 на 50% по массе.  
6. Флюсы марок АН-348-А, АН-348-АМ и ОСП-45 могут выплавляться в плавильных в электрических печах; флюсы всех остальных марок — в электрических.

**Массовые доли компонентов флюсов для автоматической сварки алюминия и его сплавов, %**

Компонент	Марка флюса		
	АН-А1	УФСК-А1	МАТИ-1
Хлористый калий	50	40	34
Хлористый натрий	20	30	43
Криолит	30	30	23

**Массовые Доли компонентов флюсов для газовой сварки алюминия и его сплавов, %**

Компонент	Марка флюса				
	АФ-4А	АН-А201	АН-4А	ВАМИ	КМ-1
Хлористый калий	55	—	—	50	45
Хлористый натрий	28	—	—	30	20
Хлористый литий	14	15	—	—	20
Фтористый барий	—	70	—	—	15
Фтористый натрий	3	—	70	—	—
Фтористый литий	—	15	30	—	—
Криолит	—	—	—	20	—

**Массовые Доли компонентов флюсов для дуговой сварки меди углеродными электродами, %**

Компонент	Номер флюса					
	1	2	3	4	5	6
Борная кислота	—	50	10—20	—	—	—
Бура прокаленная	100	50	60—70	50	94	96
Кислый фосфорнокислый натрий	—	—	—	15	—	—
Кремниевая кислота	—	—	—	15	—	—
Древесный уголь	—	—	—	20	—	—
Люваренная соль	—	—	20—30	—	—	—
Магний металлический	—	—	—	—	6	4

**Массовые Доли компонентов флюсов для газовой сварки меди и ее сплавов, %**

Компонент	Номер флюса					
	1	2	3	4	5	6
Борная кислота	—	—	—	—	—	—
Бура прокаленная	35	25	50	—	—	100
Кислый фосфорнокислый натрий	50	75	50	56	100	—
Хлористый натрий	15	—	—	—	—	—
Углекислый калий	—	—	—	22	—	—

**Массовые Доли компонентов флюсов и области их применения для кислородно-флюсовой резки, %**

Группа флюсов	Железистый порошок ПЖ2-М-ПЖ5М (ГОСТ 9849—74*)	Кварцевый песок	Алюминиевый порошок АПВ	Алюминиево-марганцевый порошок ПАМ-2 или ПАМ-3	Силикокальций CaSi-1 или CaSi-2	Ферросилиций Si-45	Феррофосфор ФФ	Назначение
I	100 80—90	100 —	— 20—10	— 60—80	— —	— 40—20	— —	Разделительная резка высоколегированных, хлористых и хромоникелевых сталей и сплавов
II	65—75 65—75	25—20	10—5	—	—	—	35—25 —	Разделительная резка чугуна
III	70—80 70—80 70—75	20—15	30—20 10—5 20—15	—	—	—	— 15—10	Разделительная резка меди, латуни, бронзы
IV	100	—	—	25—30	75—70	—	—	Поверхностная резка высокоуглеродистой и хромоникелевой стали

**Газы для сварки и резки**

Ацетилен применяется для всех видов газопламенной обработки металла. Самопроизвольно взрывается при 500°С и давлении 150 кПа, а в присутствии катализатора (окиси меди) — при 240°С, в смеси с кислородом — при 305°С. С медью и серебром образует взрывоопасную смесь, поэтому при изготовлении аппаратуры не используют стекла с содержанием меди свыше 70%. Фосфористый водород может быть причиной самовоспламенения ацетилена.

На рабочем месте газ поступает из передвижных генераторов, трубопроводов или баллонов с растворенным ацетиленом.

Водород применяется при сварке и пайке легкоплавких металлов и стекла, а также при кислородной резке под водой. Обладает высокой проникающей способностью, поэтому при его использовании нужно обращать особое внимание на плотность всех соединений аппаратуры. Взрывоопасен, особенно при образовании смеси 65% водорода с кислородом — «тремучий газ».

Природный газ (метан) — бесцветный, с запахом чеснока. Применяется для кислородной резки и других видов газопламенной обработки.

Сжиженные или жидкие газы: основные компоненты их — пропан и бутан при 20°С и 0,1 МПа находятся в газообразном состоянии, но при небольшом давлении сжижаются. Эти газы тяжелее воздуха и при утечках застываются в нижних частях помещений и углублениях. Поэтому их нельзя использовать в замкнутых сосудах, шахтах и т. п. При испарении 1 кг жидкой смеси получается около 0,5 м³ газа. Пропан-бутановая смесь применяется для газовой резки, при некоторых сварочных работах и для приватки соединений под сварку.

Пары бензина и керосина используются в основном для кислородной резки металлов, обеспечивая хорошую чистоту реза. В резак подаются в жидком виде из специального бака под давлением 200—300 кПа.

Кислород (ГОСТ 5583—78) — газ без цвета, запаха и вкуса. В смеси с горючими газами обеспечивает высокую температуру пламени. Масса 1 л жидкого кислорода при температуре —183°С и 0,1 МПа — 1,14 кг. Кислород выпускается трех сортов, чистотой не ниже, %: 1-й — 99,7; 2-ой — 99,5; 3-й — 99,2. Чистота кислорода особенно влияет на производительность и качество кислородной резки. Соприкосновение сжатого кислорода с маслами, жирами и мелкодисперсными

горючими веществами (угольной пылью, ворсинками тканей и т. д.) может привести к мгновенному окислению с выделением тепла, разогреву и воспламенению металлических частей аппаратуры, в первую очередь вентиля баллона. На рабочем месте кислород попадает по трубопроводам под давлением до 1500 кПа или поступает из баллона.

**Техническая характеристика горючих газов (паров) и жидкостей при давлении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.)**

Наименование	ГОСТ	Плотность, кг/м³	Нижшая теплотворная способность, Дж/м³	Температура пламени в рабочей зоне, °С	Соотношение между кислородом и горючим газом в смеси горелке	Пределы взрываемости в смеси, %	
						в воздухе	в кислороде
Ацетилен	ГОСТ 3467-75	1,09	52 800	3150	1,1—1,7	2,2—82,0	2,3—93,0
Водород	ГОСТ 3022-80	0,084	10 100	3200	0,3—0,4	3,3—81,5	4,6—93,0
Коксовый	ГОСТ 8330-74	0,4—0,85	14 700—17 600	2000	0,6—0,8	7,0—19,0	—
Природный городской	ГОСТ 5542-78	0,7—0,9	35 600	2200	1,5—1,6	4,5—14,0	3,0—45,0
Пропан-бутановая смесь	ГОСТ 20 448-80	1,95	93 000	2100	1,5—1,6	3,8—24,8	10—73,6
Новая смесь	ГОСТ 1012-77	0,7—0,76	42 700—44 300	2400	1,1—1,4	2,17—9,5	2,4—57
Бензин	ГОСТ 2084-79	—	2500—2600	—	—	0,7—6,0	2,1—28,4
Керосин	ГОСТ 8505-80 ГОСТ 4753-68*	0,8—0,84	42 000—42 700	2400—2500	1,7—2,4	1,4—5,5	—

Примечание. Для бензина и керосина характеристика в расходе кислорода приведена на 1 кг жидкости горючего.

**Применение горючих газов при газопламенной обработке**

Газ	Вид газопламенной обработки
Ацетилен, пропан, бензин	Сварка тонколистовой стали, чугуна, меди, алюминия и их сплавов
Коксовый, водород, бензин	Сварка свинца, стекла
Ацетилен, пропан, коксовый, нефтяные и природные газы, водород, бензин, керосин	Пайка с газопламенным нагревом
Ацетилен, пропан, коксовый и нефтяной газ, бензин, керосин	Поверхностная закалка
Пропан, коксовый, природные газы	Напыление легкоплавких материалов
Ацетилен, пропан, коксовый, нефтяные природные и сланцевые газы, водород, бензин, керосин	Машинная листовая и заготовительная резка без среза кромок
Ацетилен, пропан, природные газы, бензин, керосин	Нагрев при плавке, гибке и пр.
Ацетилен, пропан, бензин, керосин	То же, со скосом кромок
Ацетилен, пропан, коксовый, природные газы, водород, бензин, керосин	Ручная заготовительная резка лома, стального литья, отрезка прибылей
Ацетилен, пропан, коксовый, нефтяные и природные газы, бензин, керосин	Резка больших (более 200 мм) толщин
	Резка тонкого металла

Газ

Вид газопламенной обработки

Ацетилен, пропан, коксовый, природные газы, керосин	Кислородно-флюсовая резка
Водород, бензин	Полводная резка
Ацетилен, пропан, коксовый, нефтяные и природные газы, бензин	Защитка металлургическая обычная
Ацетилен, природные газы, бензин	То же, кислородно-флюсовая
Ацетилен, коксовый, природные газы, бензин	Защитка сплошная машинная
Ацетилен, пропан, коксовый, природные газы, бензин, керосин	Вырезка отдельных канавок

**Защитные газы, применяемые для дуговой сварки и резки**

Газ	ГОСТ и ТУ	Содержание чистого газа по объему, %	Транспортная и рабочая масса	Применение
Аргон сорта высшего	ГОСТ 10157-79	99,99	В баллонах под давлением 15±0,5 или 20±1 МПа и газозобразном виде	Для сварки тонколистовых и нержавеющих сталей, алюминия, меди и их сплавов, резки металлов
1-го		99,98		
2-го		99,95		
Гелий высокой чистоты	ГОСТ 20461-75	99,985	В баллонах под давлением 15±0,5 или 20±1 МПа, в газозобразном виде	Как заменитель аргона (расход выше на 30%); для поддува при сварке в аргоне активных и редких металлов. В качестве присадки к аргону при сварке алюминия, меди и их сплавов
Технический азот: особый чистоты сорта высшего	ГОСТ 9293-74*	99,8	В баллонах в газозобразном виде под рабочим давлением 15±0,5 или 20±1 МПа и по трубопроводу	Для сварки меди и медных сплавов; резки нержавеющей стали толщиной 20—25 мм; испытывания газосварочной аппаратуры
1-го		99,996		
2-го		99,994		
Водород: А	ГОСТ 3022-80	99,8	То же	Для атомно-водородной сварки; как присадка к аргону (5—10%) при сварке легкоокис-
Б		98,0		
В, сорта: 1-го		98,5		

Газ	ГОСТ и ТУ	Содержание чистого газа по объему, % не менее	Транспортировка к рабочим местам	Применение
2-го Г, сорта: 1-го 2-го		97,5 97,5 95,0		Ликвидация сплавов толщиной 1 мм; как примесь к аустемпелю (50%) — при работе металла большой толщиной и 20—35% при резке цветных металлов
Углекислый газ: пищевой технический сварочный	ГОСТ 8050—76	98,8 98,5 99,5	По газопроводу или в баллонах в жидком виде под давлением 20 МПа	Для сварки углеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей; как примесь к аргону (10%) при сварке разнородных марок тонколистовой стали

Примечание. В пищевом углекислом газе содержится влага. Для удаления ее продукт осушается с силикагелем или алюмогелем. Перед сваркой баллон должен отстояться (15—20 мин); первые порции газа необходимо выпустить в атмосферу. Можно также опорожнить баллон и осторожно приоткрыть вентиль для выпуска воды.

### ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВАРКИ

#### Источники питания сварочной дуги

Источники питания сварочной дуги должны удовлетворять следующим основным требованиям:  
напряжение холостого хода должно быть достаточным для легкого зажигания и устойчивого горения дуги, но не превышать значений ГОСТ и ТУ на соответствующее оборудование;

должны быть рассчитаны на работу при периодических коротких замыканиях сварочной цепи. Ток короткого замыкания должен быть в пределах 1,25—2 значеный рабочего тока;

должны обеспечивать легкое зажигание во всем диапазоне регулирования сварочного тока, начиная с 40—50 А;  
внешние характеристики источников питания должны быть крутопадающими (для сварки штучным, неплавящимся и плавящимся электродами с зависимой от напряжения дуги скоростью подачи), пологоппадающими и жесткими или возрастающими (для сварки плавящимся электродом с независимой скоростью подачи), продолжительность включения при ручной сварке должна быть 60% (допускается 20% при сварке короткомерных швов и прихватке).

На монтажных площадках целесообразно применение дистанционных регуляторов. При отсутствии постоянных рабочих мест сварщиков необходимы малогабаритные источники тока или передвижные сварочные посты (на автомобилях, автоприцепах, в контейнерах). В условиях, опасных для исполнителей, в перерывах между сваркой напряжение холостого хода источников тока должно понижаться до безопасной величины.

Источники питания подразделяются по следующим признакам:  
по роду тока — на постоянный (сварочные выпрямители и электромашинные генераторы постоянного тока — преобразователи и агрегаты) и переменный (сварочные трансформаторы и однофазные электромашинные генераторы повышенной частоты); по способу установки — на стационарные и передвижные; по количеству обслуживаемых постов — на одно- и многопостовые; по конструктивному исполнению — на однокорпусные и раздельные; по мощности — на малую, среднюю, большую;  
по схеме подключения к сети — на много- и однофазные; по назначению — на универсальные и специализированные.

#### Сравнительные технико-экономические показатели источников питания для дуговой сварки

Технико-экономические показатели для	Единица измерения	Источники постоянного тока		Источники переменного тока (трансформаторы)
		Преобразователи	Выпрямитель	
Затраты на изготовление	%	100	75	50
Масса	%	100	60	50
Обслуживание	%	Трудоемкое	Нетрудоемкое	Нетрудоемкое
КПД	—	0,45—0,65	0,5—0,75	0,6—0,8
Сос Ф	—	0,7—0,9	0,5—0,75	0,3—0,6
Потери холостого хода	кВ·А	1,6—3,2	0,3—0,8	0,4—0,9
Нагрузка сети	—	Трехфазная	Трехфазная	Однофазная
Уровень шума	—	Высокий	Низкий	Низкий
Чувствительность к перегрузкам	—	Неустойчив	Чувствитель	Неустойчив
Падение мощности при коротком замыкании напряженной сети	%	10—15	16—28	18—35

#### Техническая характеристика сварочных преобразователей и агрегатов с электродвигателями

Преобразователи или агрегаты	Тип		Мощность привода, кВт	Частота вращения, об/мин	Габариты (длина × ширина × высота), мм	Масса, кг
	генератора	приводного двигателя				
ПСО-120 *	ГСО-120	АВ-42/2	7,3	2900	1055 × 550 × 730	155
ПСО-300А *	ГСО-300А	А-62/4	14	2890	1020 × 608 × 996	305
ПСО-300-3	ГСО-300-3	АВ2-61-4	13	1450	1096 × 590 × 900	400
ПСО-300 *	ГСО-300	АВ2-62-4	14	1450	1015 × 590 × 980	400
ПСО-300М *	ГСО-300М	А-62/4	14	2920	550 × 645 × 1150	300
ПСО-300М *	ГСО-300М	А-62/4	14	1450	1200 × 755 × 1170	570
ПСО-500 *	ГСО-500	АВ-2-71-2	30	2930	1075 × 650 × 1085	540
ПСО-500-1	ГСО-500-1	АВ2-71-2	30	2930	1050 × 590 × 870	460
ПСО-500 *	ГСО-500	А-72/4	28	1450	1400 × 770 × 1140	940
ПД-101 *	ГД-101	АВ2-42-2В	7,5	2910	806 × 480 × 625	222
ПД-303 *	ГСО-300А	АВ2-51-2	10	2890	1031 × 608 × 996	331
ПСУ-300 *	ГСУ-300	АВ2-82/2	10	2890	1160 × 490 × 740	300
ПСУ-500-2 *	ГСУ-500-2	АВ-2-52/2	30	2930	1075 × 1085 × 650	545

#### Преобразователи однокорпусные передвижные

\* Здесь и далее оборудование, не выпускаемое в настоящее время серийно, обозначено \*

Преобразователь или агрегат	Тип		Мощность приво-до-го двига-теля, кВт	Частота вращения, об/мин	Габариты (длина X ширина X высота), мм	Мас-са, кг
	генератора	приводного двигателя				

## Преобразователи однокорпусные стационарные

ПС-1000	ГС-1000-11	АВ2-82-4	55	1470	1465×770×910	1600
	ГС-1000-11	АВ-82/74	55	1460	1465×770×910	1600
ПСМ-1000-11*	ГС-1000-11	АД-91/4	75	1450	1520×820×910	1600
	ГСМ-1000-4*	А2-82/2	75	2925	1430×620×820	950

Преобразователи однокорпусный на одной раме с двумя подвешиваемыми А-547 с крышей и откидными стенками

СДАУ-1 | ПСГ-500-1 | А-71/2 | 28 | 2930 | 1950×900×1500 | 1000

## Агрегаты двухмашинные на общей раме

АСУМ-400	ГСУМ-400	АМ-82-2	12	2925	1860×620×920	875
	ГСО-300М	П62М	16	1560	1435×600×832	635

## Агрегат трехмашинный стационарный

АСО-2000	СГ-1000-11	А101-4	125	1460	4000×935×1190	4000
	(2 шт.)					

## Техническая характеристика агрегатов с бензиновыми и дизельными двигателями

агрегат	Тип		Мощность приво-до-го двига-теля, кВт	Частота вращения, об/мин	Габариты (длина X ширина X высота), мм	Мас-са, кг
	генератора	приводного двигателя				

## На общей раме с крышей и съемными стенками

АБ-8-АСБ-300М*	ПГС-300	407-Д1	14,7	3000	1690×810×1080	515
	АД-301*	ГСО-300-12	Д-37М	29,4	1600	1915×895×1250
АД-302*	ГСО-300-12	Д-22	22	1600	1915×895×1250	840
	АДБ-306	ГСО-300-5	320-01	29,4	2000	1915×895×1250
АДБ-309	ГД-303	320Б	29,4	2000	1980×880×1200	750
	АДБ-318	ГД-312	29,4	2000	1895×880×1655	710
АДД-303	ГСО-300-12	Д-37Е	29,4	1600	1915×895×1250	900
	АДД-305	ГД-310	29,4	1600	1915×895×1140	900
АСБ-900М	ГСО-300М	408	14,7	3000	1660×1095×935	565
	АСБ-300-7	ГСО-300-5	29,4	2000	1915×895×1250	640
АСБ-300-8	ГСО-300-8	ГАЗ-320	29,4	3000	1915×895×1250	640
	АСБЛ-300	ГСО-300-5	18,4	2000	1915×895×1655	860

агрегат	Тип		Мощность приво-до-го двига-теля, кВт	Частота вращения, об/мин	Габариты (длина X ширина X высота), мм	Мас-са, кг
	генератора	приводного двигателя				

## На общей раме с крышей и откидными стенками

АСД-3-1	СГП-3-VIII	ЯАЗ-М69-204Г	44	1500	2820×1100×2115	2500
	АСД-300*	5ГД-44-8,5/11	17,7	1500	1885×875×1470	980
АСД-300М	ГСО-300	5ГД-44-8,5/11	17,7	1500	1885×875×1470	980
	ПАС-400-VII*	ЗИЛ-164А	48	1600	2950×1900×880	1900
ПАС-400-VIII*	СГП-3-VI	ЗИЛ-164А	48	1600	2950×1900×880	1900
	ПАС-400-VII*	ЗИЛ-164А	48	1600	2950×1900×880	1900
САК-2М-VI*	СМГ-2М-VI	ГАЗ-МК	22	1430	2080×810×1730	900

## На общей раме с крышей

АСБ-120*	ГСО-120-2	УД-2	6,6	2900	1290×645×935	300
	(2 шт.)					

## На общей раме с съемными стенками на одноосной прицепе

АДД-304 | ГД-307 | ПР-10 | 13,2 | 1880 | 1820×930×1450 | —

## На общей раме с крышей и съемными стенками на двухосном прицепе

АСДП-500	СГП-3-VIII	ЯАЗ-М204Г	44	1500	15380×1930×2600	440
	АСДП-500Г-3М	ГСМ-500	44	1500	6400×2500×2800	5000
АСДП-1000Г	ГС-1000-III	У1Д-6-С2	121	1500	6350×2250×2900	6250

Агрегаты на общей раме с крышей и откидными стенками на базе трактора Т-100М

СДАУ-2В	ГСО-300-5	Д-108	79,5	2000	15235×2460×3040	13500
	(2 шт.)					
СДАУА	ГСО-300-5	Д-108	79,5	2000	15770×2460×3040	14600
	(4 шт.)					

## То же, на базе трактора Т-100МБ

СДАУ-2Б-1	ГСО-300-5	Д-108	79,5	2000	15730×3250×3040	15400
	(2 шт.)					

Тип	Напряжение, В		Номинальный ток, А	Пределы регулирования	Режим работы ПВ, %	Номинальная мощность, кВА	Габариты, мм	Масса, кг
	питающей сети	рабочее						

Для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом (жесткая характеристика)

ВДГ-301	380-220	15-32	300	40-300	60	15	960×700×775	210
ВДГ-302	380-220	16-38	315	50-315	60	18	1015×748×983	275
ВДГ-502	380-220	16-40	500	60-500	60	—	1050×760×960	370
ВДГ-505	380-220	40	500	100-500	60	33,5	1200×950×760	370
ВДГ-601	380-220	—	630	100-700	60	69	1234×868×108	530
ВДГГ-101	380-220	32	315	50-315	60	20	710×550×985	250
ВДГГ-102	380-220	10-25	150	—	60	—	1015×748×983	300
ВДГГ-301	380-220	30	315	40-325	60	13	1015×748×983	350
ВЖ-2П	380-220	—	180	—	60	6	595×602×682	57
ВЖ-2М	380-220	11-29	200	—	25	8,5	590×390×340	50
ВСП-160	380-220	14-30	160	—	60	—	520×700×1195	280
ВСП-315	380-220	—	315	—	60	—	520×700×1195	350
ВСП-630	380-220	—	630	—	60	—	800×1000×1510	—
ВСП-1000	380-220	—	1000	—	60	—	800×1000×1510	1150
ТГР-100А	380-220	—	100	3-100	65	5,5	755×531×1570	260
ТГР-100М	380-220	—	100	3-100	65	6,5	750×550×1500	420
ВДГ-1001	380-220	24-66	1000	300-1000	100	105	1150×1850×900	950
ВС-200*	380-220	17-26	200	30-200	65	8,5	660×430×1200	187
ВС-300	380-220	30	300	30-300	65	—	560×720×965	250
ВС-500	380-220	40	500	50-500	65	31	720×660×1180	330
ВС-600	380-220	40	600	60-600	65	38	1070×880×1490	490
ВС-1000*	380-220	17-48	1000	50-1000	65	75	880×700×1375	600
ВС-1000-1*	380-220	17-48	1000	50-1000	65	75	880×700×1375	650
ВС-1000-2*	380-220	36	1000	50-1000	65	92	880×700×1375	660

Для ручной дуговой и механизированной под флюсом сварки (критицизирующая характеристика)

ВД-502	380-220	40	500	50-500	60	42	810×550×1082	355
ВКС-120*	380-220	30	120	15-130	65	4,8	—	142
ВКС-500	380-220	40	500	60-550	65	27	—	410
ВКС-500-1	380-220	40	500	80-550	65	28	—	420
ВСС-300×3	380-220	30	300	35-330	65	22	875×735×900	240

Универсальные сварочные выпрямители

ВСУ-300	380-220	17-35	300	50-380	65	67	910×612×960	320
ВСУ-500	380-220	20-40	500	90-550	65	63	1186×963×1017	420
ВДГ-504	380-220	72-76	500	100-500	65	40	1110×940×816	400
ВДГ-1001	380-220	24-15	1000	70-500	100	105	1800×1100×880	900
ВДГ-1601	380-220	66-56	1600	300-1000	100	155	960×1150×1850	950
ВСК-150*	380-220	17-23	300	50-200	65	—	1800×1100×800	950
ВСК-300*	380-220	14-34	300	75-400	65	—	—	72
ВСК-500*	380-220	24-28	500	125-675	65	—	1850×870×1220	178
ВКСУ-500	380-220	40	1000	160-1150	65	40	—	650

Тип	Количество сварочных постов, шт.	Напряжение, В		Сварочный ток, А	Режим работы, ПВ, %	Номинальная мощность, кВА	Масса, кг
		рабочее	холостого хода				

Примечание. Выпрямители универсальные, кроме ВДМ-1001, ВДМ-1601 и ВДМ-30001, которые предназначены для ручной электродуговой сварки.

ВДМ-1001	7	60	70	1000	300	100	7,6	550
ВДМ-1601	9	60	70	1600	300	65	122	770
ВДМ-3001	18	60	70	3000	300	65	230	1750
ВДГМ-1001	9	26	24-28	1000	200	100	78	520
ВДГМ-1601	9	40	37-43	1600	360	100	—	770
ВДГМ-1602	10	30	—	1600	280	100	—	750
ВДГМ-1602-1	6	30	—	1600	200-400	100	—	1000
ВДГМ-1602-2	4	60	—	1600	400-630	60	—	1000
ВДГМ-1001	9	40	96	1000	200	60	78	520
ВДГМ-1601	18	40	—	1600	300	60	—	770
ВМ-5000	30	30-60	68	5000	480	100	317	8200

Техническая характеристика генераторов для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в инертных газах

Тип	Пределы регулирования амплитуды импульсов тока, А	Частота генерирования, импульс/с	Длительность импульса, мс	Число ступеней регулирования		Диаметр электрода, мм	Номинальная мощность, кВА	Габариты, мм	Масса, кг
				тока импульса	длительности импульса				

Примечание. Напряжение сети составляет 380 В.

Техническая характеристика аппаратов типа АГ для питания установок аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом

Тип	Напряжение, В		Сварочный ток, А	Пределы регулирования	Мощность, кВА	Габариты, мм	Масса, кг
	питающей сети	холостого хода					

## Техническая характеристика сварочных трансформаторов

Тип	Напряжение, В		Сварочный ток, А			Номинальная мощность, кВА	Режим работы, ПР, %	Внешние характеристики	Габариты, мм	Масса, кг
	питающей сети	рабочее	холодного хода	номинальный	пределы регулирования					
<i>С нормальным магнитным рассеиванием</i>										
ТСД-500 *	380; 220	45	80	500	200—600	42	60	Падающие	950×818×1242	450
ТСД-500-1 *	380; 220	45	80	500	200—600	42	60	»	950×818×1242	475
ТСД-1000-3 *	380; 220	42	70	1000	400—1200	76	60	Крутопадающие	950×818×1215	540
ТСД-1000-4 *	380; 220	42	69; 78	1000	400—1200	78	60	»	950×818×1382	510
ТСД-2000 *	380	52	80	2000	800—2000	180	60	Падающие	1050×900×1300	670
ТСД-2000-2 *	380; 220	53	72; 84	2000	800—2200	165	60	»	910×818×1382	675
<i>С повышенным магнитным рассеиванием</i>										
СТШ-300 *	380; 220	30	63	300	110—405	20,5	60	Падающие	545×695×707	156
СТШ-500 *	380; 220	30	60	500	145—650	33	60	»	670×666×753	220
СТШ-500М	380; 220	40	60	500	60—580	33	60	»	700×670×750	220
СТШ-500-80 *	380	50	80	500	60—800	44,5	60	»	965×762×750	323
ТД-101	220	22	65	50	30—50	2,1	20	Крутопадающие	405×200×375	20
ТД-300	380; 220	30	61—79	300	60—400	19,4	60	»	640×715×490	137
ТД-304	380; 220	35	61—79	300	60—385	19,4	60	»	692×620×710	137
ТД-500	380; 220	30	60—76	500	100—560	34	60	»	720×580×850	210
ТД-502	380; 220	40	59—73	500	100—560	26,6	60	»	765×720×835	230
ТСК-300 *	380	30	63	300	110—385	20	65	Падающие	760×520×970	215
ТСК-500 *	380	30	60	500	165—650	32	65	»	840×575×1060	280
ТС-120 *	380; 220	25	68	120	50—160	9	65	»	650×340×880	90
ТС-300 *	380; 220	30	63	300	110—385	20	65	»	760×520×970	185
ТС-500 *	380; 220	30	60	500	165—650	32	65	»	840×575×1060	250
ТДФ-1001	380; 220	44	68—71	1000	400—1200	82	100	»	1200×830×1200	720
ТДФ-1601	380	60	75—105	1600	600—1800	182	100	»	1200×830×1200	1000
ТДФ-2001 *	380	50	68—79	2000	800—2200	170	100	»	1200×830×1200	1000

Тип	Напряжение, В			Номинальный сварочный ток в фазе, А	Режим работы ПР, %	Номинальная мощность, кВА	Габариты, мм	Масса, кг	
	питающей сети	рабочее	холодного хода						
ТДП-1	380; 220	25	68	160	58—180	20	11,4	435×310×535	38
ТСМ-250	380	25	60	250	92—250	20	16	418×360×400	38
ТСМ-500	380	40	68	500	60—700	40	32	650×560×580	130
ТСР-1 *	380; 220	25	65—70	160	105—180	20	12	254×424×435	35
ТСР-2	380; 220	30	62	300	90—300	20	11,8	510×370×590	65
АДЗ-50	220	22	—	50	—	20	2,1	360×210×510	25
*Разряд-250Мз	380	30	60	250	90—250	20	16	400×370×490	44
СТШ-200-	380	25	61	200	70—260	20	13	420×380×425	69
ТМ2	380	25	61	250	80—260	20	15,3	420×310×425	44
СТШ-250 *	380	25	61	250	80—260	20	15,3	420×310×425	44

Техническая характеристика сварочных трансформаторов для ручной дуговой сварки и прихватки в условиях монтажной площадки

Техническая характеристика трансформаторов для электрошлаковой сварки

Тип	Напряжение, В			Номинальный сварочный ток в фазе, А	Режим работы ПР, %	Номинальная мощность, кВА	Габариты, мм	Масса, кг
	рабочее	пределы регулирования	число ступеней регулирования					
ТШС-600-3 *	56	38—62	18	600	100	96	1450×850×1500	1160
ТШС-1000-1	56	38—62	18	1000	80	54	650×650×1160	500
ТШС-1000-3	56	38—62	18	1000	80	160	1520×950×1720	1256
ТШС-3000-1 *	46	18—46	10	3000	100	140	960×106×780	582
ТШС-3000-3 *	56	8—63	48	3000	100	138	1360×1335×1505	2200
ТШС-10 000-1 *	41	28—41	4	10 000	100	410	1370×1300×900	1050
ТШП-10-1-11 *	61	36—61	4	10 000	100	610	1740×1100×1840	3050
ТШП-10 000-1 *	72	40—72	4	10 000	100	724	1770×1010×1762	2480
ТШП-15-3 *	30	14—50	10	15 000	100	1370	1450×1300×1300	3250
ТРМК-1000-1	57	15—63	4	1000	100	70	950×730×1600	700
ТРМК-3000-1 *	55	22—61	3	3000	100	190	1220×950×1600	1300
А-1006 *	69	41—69	4	5100	100	615	1345×1380×1651	2220

**Техническая характеристика балластных реакторов**

Тип	Номинальный ток при ПР=60%, А	Пределы регулирования тока, А	Габариты, мм	Масса, кг
РБ-201	200	10—200	550×355×635	30
РБ-300	300	10—300	550×370×700	38
РБ-301	300	10—300	580×410×635	35
РБ-501	500	10—500	580×465×635	40
РБГ-301	300	До 315	600×410×390	32
РБГ-502	500	До 500	580×465×648	40

**Техническая характеристика источников питания для плазменной резки**

Тип	Номинальный ток при ПР = 100%, А	Пределы регулирования тока, А	Напряженье, В		Номинальная потребляемая мощность, кВт	Габариты, мм	Масса, кг
			сети	номинальное			
ВПР-401	320	100—450	380	130	72	990×1048×1390	1200
ВПР-402	450	100—450	380	200	300	1049×1060×1430	1700
ВПР-602	630	200—700	380	200	300	1460×1150×1150	2500
ИПГ-500-1	500	100—600	380	200	300	1128×870×1462	2000

**Техническая характеристика установок для ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом**

Тип	Напряженье пита- ния, В		Пределы регулиро- вания то- ка, А	Габариты, мм	Масса, кг
	первичное	вторичное			
УДАР-300	220; 380	60	50—300	Шкаф управле- ния 710×1670×Х722	245
УДАР-500	220; 380	65	60—500	Сварочный транс- форматор 314×Х651×666	140
				Дроссель 725×684×480	250
				Шкаф управле- ния 710×1670×Х722	290
УДР-301	220; 380	70	15—310	Сварочный транс- форматор 314×651×666	160
				Дроссель 755×465×470	260
				1590×860×730	550
УДР-501	220; 380	70	40—520	1590×860×730	570
				250	15 (без источника питания)
ПАРС-1	220	50—70	250	—	15 (без источника питания)

**Техническая характеристика сварочных осцилляторов**

Тип	Напряженье, В		Потребляе- емая мощ- ность, кВт	Габариты, мм	Масса, кг
	питающей сети	холодного хода			
ТУ-2 *	220; 65	3700	0,225	390×270×350	20
ТУ-77 *	220; 65	1500	1,0	390×270×350	25
ТУ-177 *	220; 65	2500	0,4	390×270×350	20
М-2 *	220; 110	2600	0,14	300×235×265	20
М-3	65; 40	2500	0,08	350×240×290	15
ОС-1 *	65	2500	0,13	315×215×260	15
ОСЦН *	220	2300	0,4	390×270×310	35
ОСП-3-300М *	220	5000	0,04	290×225×150	7
ОСП-3-2М *	220	6000	0,044	250×170×110	6,5
ОСП-3-2М-1 *	220	8000	0,02	250×176×110	3,8

**Модулятор переменного сварочного тока ОИ-101** разработан Институтом электросварки им. Е. О. Патона и предназначен для создания пульсирующего режима сварки преимущественно к ручной дуговой сварке покрытыми электродами.

Модулятор выполнен однокорпусным и подается последовательно со вторичной обмоткой любого сварочного трансформатора. В нем предусмотрена возможность ступенчатого регулирования тока паузы в зависимости от типа и диаметра применяемых электродов. Величина тока импульса устанавливается непосредственно на трансформаторе. Схема модулятора обеспечивает раздельное регулирование длительности импульса и паузы в широких пределах.

**Техническая характеристика модулятора переменного сварочного тока ОИ-101**

Номинальный сварочный ток в период импульса, А	280
Длительность импульса, с	0,02—0,5
Длительность паузы, с	0,02—0,5
Ток паузы (установочный), А	60, 90
Относительная продолжительность работы ПВ, %	60
Напряженье питания модулятора, В	220
Охлаждение	воздушное, естественное
Габариты (длина × ширина × высота), мм	350×216×555
Масса, кг	12

Модулятор позволяет значительно расширить технологические возможности дуговой сварки на переменном токе: увеличить глубину проплавления при меньшей, чем обычно, зоне термического влияния, улучшить качество шва, его формирование, увеличить провариваемость пролеза при сварке в раздельных пространственных положениях, упростить технику сварки и снизить требования к квалификации сварщика.

С использованием модулятора можно сваривать тонколистовые конструкции ( $\delta \geq 0,6 \div 0,8$  мм) широко распространенными электродами Ø 3 и 4 мм. Модулятор рекомендуется для ручной сварки в условиях монтажа и ремонтных мастерских.



Техническая характеристика полуавтоматов для сварки в защитных газах

Тип полуавтомата	Напряжение сети, В	Номинальный сварочный ток при ПР = 60%, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Габариты механизма подачи, мм	Масса, кг	
					механизма подачи	шкафа управления
A-537 *	220/380	500	1,6—2	405×335×432	21	30
A-537P *	380	500	1,6—2	330×280×325	25	22
A-537У *	380	500	1,6—2	330×280×325	25	35
A-547P	380	200	0,8—1,2	350×118×245	21	3,5
A-547У	380	300	0,8—1,2	450×275×240	6,25	8,5
ПДП-301	220/380	315	0,8—1,4	380×330×100	5	30
ПДП-302	220/380	300	0,8—2	450×275×240	5	30
ПДП-303	220/380	315	0,8—2	380×330×100	5	30
ПДП-304 *	220/380	315	0,8—2	362×284×153	12,5	74
ПДП-305	220/380	315	0,8—1,4	362×284×153	12,5	74
ПДП-306 *	220/380	315	0,8—1,4	470×298×260	12,5	74
ПДП-502	380	500	1,2—2	904×660×434	27,5	74
ПДП-503	380	500	1,6—2	470×298×260	13	74
ПДП-504	380	500	1,2—2	470×298×260	13	74
ПДП-505	380	500	1,2—2	670×320×335	15	80
ПДПГ-500	220/380	500	0,8—2	362×284×153	12,5	300
ПДПГ-101	380	120	1,2—1,6	470×298×260	13	350
ПДПГ-302	380	315	1,2—1,6	470×298×260	13	350
ПДПГ-303	380	315	1,2—2	325×85×200	1,7	23,6
ПШП-10	220	300	1—2,5	540×215×320	8,3	30
ПШП-16	220	350	1,2—2	570×222×426	25,5	125
ПШП-17	220	315	0,6—2	305×175×245	10,5	15
A-825M	220/380	300	0,8—1,2	305×175×245	10,5	15
A-929 *	220/380	350	1—2	900×660×480	30	22
A-1035M *	220/380	450	1,6—2	960×660×560	35	70
A-1197П	220/380	500	1,6—2	364×290×130	10	—
A-1230M	380	315	0,8—1,2	—	6	—
ПРМ-4	220	400	0,8—2	—	6	—

Техническая характеристика унифицированных горелок типа ГДПГ для полуавтоматической дуговой сварки плавлением электродом в среде защитных газов

Марка	Номинальный сварочный ток, А	Электродная проволока		Материал	Длина шлангов, м	Охлаждение	Масса (без шлангов), кг
		Диаметр, мм	Диаметр, мм				
ГДПГ-101-8	160	0,8—1,2	—	Сталь	2	Воздушное	0,45
ГДПГ-101-9	160	0,8—1,2	—	»	1	То же	0,45
ГДПГ-101-10	160	0,8—1,2	—	»	2	»	0,45
ГДПГ-102	160	1,2—1,6	—	Алюминий	2	»	0,45
ГДПГ-301-6	315	1,2—1,4	—	Сталь	3	»	0,6
ГДПГ-301-7	315	0,8—1,4	—	»	1	»	0,6

Марка	Номинальный сварочный ток, А	Электродная проволока		Материал	Длина шлангов, м	Охлаждение	Масса (без шлангов), кг
		Диаметр, мм	Диаметр, мм				
ГДПГ-301-8	315	1,2—1,4	—	Сталь	3	Воздушное	0,6
ГДПГ-302	315	1,6—2,0	—	Алюминий	2	Водяное	0,7
ГДПГ-501-4	500	1,4—2,1	—	Сталь	3	»	0,7
ГДПГ-603	630	1,6—2,5	—	»	3	»	0,7

Техническая характеристика полуавтоматов для дуговой сварки под флюсом

Тип	Электродная проволока		Сварочный ток, А	Пределы регулирования	Механизм подачи электродной проволоки	Масса, кг
	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч				
ПШ-54 *	1,6—2	80—600	630	100—550	405×330×340	23
ПДПР-500	1,6—2,5	100—420	500	100—425	400×345×343	13
ПДПС-500С	1,6—2	120—600	500	125—500	670×320×335	15
ПДПР-500М	1,6—2	120—600	500	125—500	670×320×335	15
A-1197Ф	1,6—2	120—720	500	—	550×360×200	23
A-1035 *	1,6—2,5	58—580	450	—	900×660×420	25

Техническая характеристика полуавтоматов для дуговой сварки самозащитными проволоками

Тип	Диаметр электродной проволоки, мм		Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Номинальный сварочный ток, А	Подкающий механизм		Масса, кг
	сплошной	порошковый			Габариты, мм	Масса, кг	
A-765	1,6—2	1,6—3,0	115—750	450	320×170×240	16,5	
A-1114M	1,6—2	—	106—428	500	364×290×130	10,5	
A-1234	1,6—2	—	106—428	350	364×290×130	10,5	
A-1197	1,6—2	1,6—3,5	90—900	500	550×360×200	23,0	
A-1035 *	1,6—2,5	1,6—3,5	58—580	450	900×560×420	25,0	
«Лучь»	0,6—1	—	—	80	370×180×320	2,0	

Тип	Электродавая проволока		Скорость сварки, м/ч	Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Масса, кг	Назначение
	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч				

## Однодуговые для сварки под флюсом

Тип	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Масса, кг	Назначение
АВС	2—6	29—220	14—110	1500	160	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений толщиной 5—30 мм, наплавки и др.
А-1215	2—5	50—490	12—120	1000	270	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений толщиной 5—30 мм, наплавки и др.
А-1215	2—5	50—490	12—120	1000	270	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений толщиной 5—30 мм, наплавки и др.
АДК-500	1,6—2,5	90—960	20—70	500	650	Сварка на постоянном токе кольцевых швов диаметром 150—600 мм
ПТ-56	1,6—2	100—500	—	600	34,5	Сварка поворотных стыков труб диаметром 1020 мм
СТФ-601	2	192—572	—	600	37	То же, диаметр швов свариваемых труб 325—1420 мм
СТФ-1003	3—5	45—265	—	1200	50	То же, диаметр ром 820—1620 мм
СТФ-1004	2—3	192—572	—	1000	40	То же, диаметр ром 325—1420 мм
ИК-47	2—3	192—572	—	1000	55	То же, диаметр ром 530—1420 мм
А-1401	2—5	53—532	12—120	1000	325	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений
А-1410	2—6	53—532	12—120	2000	325	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений
А-1416	2—5	50—509	12—120	1000	320	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений
А-1419	2—6	50—509	24—240	2000	320	Сварка продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений

## Двухдуговые для сварки под флюсом

Тип	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Масса, кг	Назначение
А-1185	2—5	50—490	24—240	1600×2	400	Сварка стыковых, угловых и нахлесточных соединений на плоских и цилиндрических поверхностях
А-1156	3—5	155—650	80—250	1500×2	985	Сварка вугречных продольных швов цинкдренческих изделий диаметром более 1000 мм
А-639	2—5	29—220	14—110	1000×2	250	Сварка прямолнейных швов и наплавка

## Однодуговые для сварки в защитных газах плавящимся электродом

Тип	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Масса, кг	Назначение
А-1150У	2,5—3,5	180—220	3—10	500	31,6	Сварка ступенной или порошковой проволокой с принудительным формированием вертикальных и наклонных швов металла толщиной 8—30 мм
А-1237	3—5	50—400	1—10	500	85	То же, диаметр ром 100 мм
А-1381	2—4	150—300	4—12	500	58	Сварка порошковой проволокой с принудительным формированием стыковых швов на криволинейной поверхности
А-1325	140—280	14—45	—	1000	150	Сварка порошковой проволокой с принудительным формированием стыковых швов на вертикальной плоскости

Тип	Электродная проволока		Скорость сварки, м/ч	Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Масса, кг	Назначение
	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч				

ТГЛ-7	1—2,5	250—850	—	450	20	Сварка поворотных стыков труб диаметром 66—1020 мм
-------	-------	---------	---	-----	----	--

Универсальные

АДФЛ-501	1—2,5	90—960	20—70	500	400	Сварка под флюсом и в защитных газах на горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостях кольцевых соединений длиной 150—600 мм
А-874С, А-874Н	3—6 (2—3,5— порошковая)	—	10—232 (5—116—наплавки)	1500 (переменный), 1000— (постоянный при наплавке)	285	Сварка стыковых, угловых и нахлесточных швов и наплавка открытой дугой, флюса или в среде углекислого газа

Техническая характеристика переносных автоматов для аргодуговой сварки вольфрамовым электродом неповоротных стыков труб в монтажных условиях

Марка	Диаметр свариваемых труб, мм	Максимальный сварочный ток, А	Головка		Масса без шлангов, кг	Назначение	
			Радиус вращающихся частей, мм	Установочная длина, мм			
АСТ-1-25-А	8—25	200	55	200×80×185	2,3	Сварка без присадки труб из алюминиевых сплавов	
АСТ-1-40-А	25—40	200	80	200×80×207	3,1		
АСТ-1-60-А	40—60	220	90	218×80×228	3,5		
АСТ-1-85-А	60—85	200	105	230×85×264	4,2		
АСТ-1-110-А	85—110	200	120	242×85×296	4,6		
АСТ-1-150-А	110—150	200	140	257×85×345	5,4		
АСТ-1-220-А	150—220	200	170	310×85×420	6,1		
АСТ-1-25-Т	8—25	300	55	110×115×305	5,3		Сварка с присадочной проволокой из титановых сплавов
АСТ-1-40-Т	25—40	300	80	136×115×305	6,1		
АСТ-1-60-Т	40—60	250	90	155×115×320	6,6		
АСТ-1-85-Т	60—85	250	105	170×115×346	6,8		
АСТ-1-110-Т	85—110	250	120	210×115×388	8,6		
АСТ-1-150-Т	110—150	250	140	246×115×412	9,0		
АСТ-1-220-Т	150—220	250	170	335×115×490	9,2		
ОДА-1С	8—26	100	40	138×194×60	4,1	Сварка без присадки труб из коррозионнотермостойких сталей	
ОДА-2С	20—42	160	55	180×250×80	5,7		
ОДА-3С	42—76	200	90	190×355×90	11,8		
ТТМ-1-25	10—25	250	45	265×90×90	3,4	Сварка без присадки коррозионностойких жаропрочных сталей дугей, вращающейся в магнитном поле	
ТТМ-1-65	25—65	250	45	302×90×124	4,1		
ТТМ-2-20	6—20	250	50	265×101×90	3,4		
ТТМ-2-35	20—35	250	50	285×102×107	3,7		
ТТМ-2-50	35—50	250	50	295×102×120	4,0		

Марка	Диаметр свариваемых труб, мм	Максимальный сварочный ток, А	Головка		Масса без шлангов, кг	Назначение
			Радиус вращающихся частей, мм	Установочная длина, мм		

АСТ-1-25-С	8—25	250	55	200×80×185	2,3	Сварка без присадки труб из коррозионностойких сталей	
АСТ-1-40-С	25—40	250	80	206×80×207	3,1		
АСТ-1-50-С	40—60	250	90	218×80×228	3,5		
АСТ-1-85-С	60—85	250	105	230×85×264	4,2		
АСТ-1-110-С	85—110	250	120	242×85×296	4,6		
АСТ-1-150-С	110—150	250	140	257×85×345	5,4		
АСТ-1-220-С	150—220	250	170	310×85×420	6,1		
АСТ-1-25-Т	8—25	300	55	200×80×185	2,3		Сварка без присадки труб из титановых сплавов
АСТ-1-40-Т	25—40	300	80	200×80×207	3,1		
АСТ-1-60-Т	40—60	300	90	218×85×228	3,5		
АСТ-1-85-Т	60—85	300	105	230×85×264	4,2		
АСТ-1-110-Т	85—110	300	120	242×85×296	4,6		
АСТ-1-150-Т	110—150	300	140	257×85×345	5,4		
АСТ-1-220-Т	150—220	300	170	310×85×420	6,1		
АСТ-1-25-А	8—25	200	55	110×115×305	5,3	Сварка с присадочной проволокой из алюминиевых сплавов	
АСТ-1-40-А	25—40	200	80	136×115×305	6,1		
АСТ-1-60-А	40—60	200	90	155×115×320	6,6		
АСТ-1-85-А	60—85	200	105	170×115×346	6,8		
АСТ-1-110-А	85—110	200	120	210×115×388	8,6		
АСТ-1-150-А	110—150	200	140	246×115×412	9,0		
АСТ-1-220-А	150—220	200	170	335×115×490	9,2		
АСТ-1-25-С	8—25	250	55	110×115×305	5,3		Сварка с присадочной проволокой из коррозионностойких сталей
АСТ-1-40-С	25—40	250	80	136×115×305	6,1		
АСТ-1-60-С	40—60	250	90	155×115×320	6,6		
АСТ-1-85-С	60—85	250	105	170×115×346	6,8		
АСТ-1-110-С	85—110	250	120	210×115×388	8,6		
АСТ-1-150-С	110—150	250	140	246×115×412	9,0		
АСТ-1-220-С	150—220	250	170	335×115×490	9,2		
ОДА-1С	8—26	100	40	138×194×60	4,1	Сварка без присадки труб из коррозионнотермостойких сталей	
ОДА-2С	20—42	160	55	180×250×80	5,7		
ОДА-3С	42—76	200	90	190×355×90	11,8		
ТТМ-1-25	10—25	250	45	265×90×90	3,4	Сварка без присадки коррозионностойких жаропрочных сталей дугей, вращающейся в магнитном поле	
ТТМ-1-65	25—65	250	45	302×90×124	4,1		
ТТМ-2-20	6—20	250	50	265×101×90	3,4		
ТТМ-2-35	20—35	250	50	285×102×107	3,7		
ТТМ-2-50	35—50	250	50	295×102×120	4,0		

Тип	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр проволоки, мм		Установочные значения горелки, мм	Поворот вокруг оси, град	Габариты, мм	Масса, кг	
			электродной	присадочной					
АГВ-2	300	До 6	—	1-2,5	160	90	360	300×500×375	28
АГВ-5	300	До 5	1-2	1-2	50	—	(+5) - (-10)	325×320×520	18
АГП-2	400	—	1-2,5	—	160	90	360	300×600×440	24
АГП-4	315	—	0,6-2,5	—	100	100	±90	345×425×635	28
АСТВ-4	315	1,5	—	0,8-2	±50	—	±90	310×385×675	27
АСТВ-4Р	315	1-5	—	0,8-2	100	100	±90	370×360×650	22
АГТФ-1	600	До 10	—	1,6-3	45	150	±90	355×600×855	33
А-1208С	200	—	1,6	—	50	—	—	760×740×2100	345
А-1505	1500	—	3-5	—	30	±50	±90	890×1350×2450	—
А-1411П	1000	—	2-4	—	±30	—	—	500×230×440	25
А-1417	1000	—	2-5	—	±75	—	—	925×740×1560	240
А-1418	1000	—	2-5	—	±75	—	—	1405×840×1920	240

Примечания к я. 1. АГВ-5 имеет механизм колебаний горелки с амплитудой 2-6 мм. 2. АСТВ-4 оснащен автоматическими системами слежения за стыком и поддержания дугового промежутка. АСТВ-4Р имеет ручную систему слежения. 3. А-1208С поддерживает дугу только в пределах назначен для сварки обсадных труб над скважиной. В комплект входит вращатель, сварочная головка, переносной пульт и пункт питания — два преобразователя ПСГ-300. 4. А-1411П оснащен устройством слежения за швом в двух плоскостях и головкой для автоматического поиска начала шва.

Техническая характеристика клапана А-1630 для открывания и закрывания газовой магистральной при ручной, полуавтоматической и автоматической сварке в защитных газах

Напряжение питающей сети постоянного тока, В . . . . . 16-36  
 Давление в газовой магистральной, МПа . . . . . До 0,4  
 Диаметр дюзы, мм . . . . . 1; 1,6;  
 2,5  
 Пролуживная способность клапана при изменении давления в газовой магистральной от 0,05 до 0,4 МПа и диаметра дюзы, д/мм . . . . . 6-220

Техническая характеристика сварочных тракторов

Марка	Диаметр, мм		Номинальный сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Масса, кг	Назначение и конструктивные особенности
	Электродная проволока (электрод)	Скорость подачи, м/ч				

Одноруковые для сварки под флюсом

ТС-17М	1,6-5	52-403	1000	16-126	42	Сварка стыковых, угловых и нахлесточных
ТС-17МУ	1,6-5	52-403	1000	16-126	42	ловых и нахлесточных
ТС-17М-1	1,6-5	52-403	1000	16-126	45	прямолинейных и

Марка	Электродная проволока (электрод)		Номинальный сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Масса, кг	Назначение и конструктивные особенности
	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч				
ТС-17Р	1,6-5	57-440	1000	16-126	42	кольцевых швов. Наибольший внутренний диаметр шва 1200 мм. ТС-17Р может вести сварку вне колесной базы
ТС-32	2-5	137-284	900	24-50	77	Сварка тонколистовых стыковых соединений за один проход на скользкой медной подкладке
ТС-33 *	1,2-3	86-668	800	8-60	45	Сварка алюминия и его сплавов
АДС-1000-2 *	3-6	30-120	1000	15-70	65	Сварка стыковых, угловых и нахлесточных соединений, в том числе вне колесной базы
АДС-1000-3	3-6	30-120	1000	15-70	65	
АДС-1000-4	2-5	60-360	1000	12-120	65	
АДС-1000-5	2-5	60-360	1000	12-120	55	
АДФ-500 *	1,6-2,5	150-720	500	15-70	28	Скорость подачи электродной проволоки зависит от напряжения на дуге. В АДФ-500, АДФ-1601 и АДФ-1602 скорость подачи не зависит от напряжения на дуге
АДФ-501 *	1,6-2	30-720	500	12-120	55	
АДФ-1001	2-5	18-360	1000	12-120	60	
АДФ-1003	2-5	18-360	1000	12-120	40	
АДФ-1004	2-5	18-360	1000	12-120	60	
АДФ-1601	3-6	18-360	1600	12-120	60	
АДФ-1602	3-6	18-360	1600	12-120	60	

Двухруковые для сварки под флюсом

ДТС-24М *	1,6-4	140-1400	1000×2	15,3-85	62	Сварка стыковых, нахлесточных и угловых соединений и наплавок
ДТС-38	2-5	58-580	1500×2	16-160	85	То же, в том числе с расплавленным электродом и колебанием его
ТС-41 *	2-3,5	140-1400	900×2	11,2-112	80	Сварка алюминия расплавленным электродом

Для сварки в защитных газах

ТС-49 *	0,8-1,2	210-320	250	50-75	21	Сварка нахлесточных соединений на медной подкладке
АДГ-502	1,2-2	30-720	500	18-180	55	Сварка в углекислом газе
АДПГ-500 *	1,2-2	150-720	500	15-70	22	То же
АДПГ-500-1	1,2-2	150-720	500	15-70	22	»
АДСГ-2	1-2,5	100-800	400	10-80	63	Сварка в аргоне

Марка	Электродная проволока (электрод)		Номинальный сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Масса, кг	Назначение и конструктивные особенности
	Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч				
ТС-35*, ТС-35П	1,6—5	50—500	1000	12—120	48	Сварка стыковых, угловых и нахлесточных соединений, в том числе вне колесной базы
	1,2—3	100—1000	500	12—120	36	
ТС-42 (А-1181М)						Сварка сплошной и порошковой проволокой

Для сварки под флюсом и в защитных газах

**Техническая характеристика установок для сварки в защитных газах неплавящимся электродом**

Марка	Диаметр проволоки, мм		Номинальный сварочный ток, А	Масса, кг	Состав комплекта
	электродной	присадочной			
УЛГ-101	0,8—6	—	300	600	Щкаф управления с источником питания и горелки
УЛГ-301	0,8—6	—	315	470	То же
УЛГ-501	2—10	—	500	550	»
«Шгорм-2»	2—5	—	350	470	Щкаф управления, переносной пульт, коммутационный блок, газовый редуктор и горелки
«Сагура»	10	3—5	1200	30	Сварочный трактор, аппаратный блок
«Нептун»	10	2—4	1500	30	То же и блок контакторов
АДСВ-2	1—5	1—2	300	122	Сварочный трактор и щкаф управления
АДСВ-5	1—4	1—2	300	245	То же
АДСВ-6	1—5	0,8—2	315	406	То же, трактор оснащен системой слежения за стыком и поддержанием дугового промежутка
АДСВ-6Р	1—5	0,8—2	315	175	То же, трактор без систем слежения (ручная регулировка)

**Конструктивные особенности и назначение аппаратов для электрошлаковой сварки**

Тип	Толщина свариваемого металла, мм	Способ передвижения	Масса, кг	Назначение
А-671Р	16—50	С помощью пружинного механизма	18,6	Полуавтоматическая сварка вертикальных швов
А-820МК	18—70	По рельсам	20	Полуавтоматическая и полуавтоматическая сварка вертикальных швов
А-43Р*	До 150	То же	75	Автоматическая сварка вертикальных швов
А-535	До 450—800	»	380	Автоматическая сварка продольных и кольцевых швов соединений проволокой толщиной до 450 мм или одной-двумя пластинами при толщине до 800 мм
А-1170 (унифицированный) А-612	До 300 20—100	По рельсам По изделию с помощью двух тележек, притягиваемых пружиной	350 70	Автоматическая сварка прямолнейных швов
А-501М	До 90	Безрельсовый, магнитношагоуши	25	Автоматическая сварка угловых, тавровых и стыковых швов проволочным электродом
А-645*	200—600	Крепится к изделию или подвешивается над ним	35	Автоматическая сварка прямолнейных и кольцевых швов и швов переменной кривизны и в труднодоступных местах плавающим мундштуком
А-1304	До 400 (сталь) До 140 (алюминий) До 200	То же	55	То же
А-550У*	До 200	По рельсам	410	Автоматическая сварка пластичным электродом изделий из углеродистых, легированных сталей, алюминиевых и титановых сплавов
А-1027	10—50	По рельсам	19	Автоматическая сварка порошковой проволокой
А-681	14—60	То же	19	Автоматическая сварка прямолнейных швов в монтажных условиях проволочным электродом

Тип	Толщина свариваемого металла, мм	Способ передвижения	Масса, кг	Назначение
A-1150M	8—30	С помощью ручного механизма	35	Сварка прямолинейных вертикальных и наклонных швов порошковой проволокой

### Оборудование и инструмент для газопламенной и плазменно-дуговой обработки металлов

Газообразный кислород, водород, азот, метан, воздух и инертные газы хранят и транспортируют в стальных баллонах, в основном, вместимостью 40 л (ГОСТ 949—73) под давлением 15 МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>), в которых содержится 6 м<sup>3</sup> газа. Для ацетиленов, аммиака и других газов используют баллоны типа 100, где они находятся под давлением до 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>). Баллоны для ацетилена заполнены высокопрочной массой (ГОСТ 6217—74), пропитанной ацетоном (ГОСТ 2768—79), в котором ацетилен хорошо растворяется. При эксплуатации баллонов ацетон уносится ацетиленом. Для уменьшения его потерь и связанной с этим опасности необходимо оставлять в баллоне давление, отбирать газ со скоростью не более 1700 л/ч, а также хранить баллон в вертикальном положении. Нормальное давление растворенного ацетилена в баллоне составляет 1,6 МПа (19 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре 20°С. При этом в баллоне содержится 5,5 м<sup>3</sup> ацетилена.

Баллоны для пропан-бутана изготавливаются по ГОСТ 15860—70\* вместимостью от 2,5 до 80 л.

Хранить и перевозить газы предусмотрено при температуре от —50 до +60°С. Маркировку баллона выбивают клеймом в верхней сферической части и обводят краской в виде рамки. Маркировка включает: товарный знак изготовителя; номер баллона; дату изготовления; дату следующего испытания; вид термобработки (нормализация, закалка с отпускком); давление Р—рабочее, П—пробное; вместимость в л; массу баллона; клеймо ОТК; нидерсы (Т—для тропического климата, ХЛ— для холодного климата). На забракovaných баллонах ставят круглое клеймо с крестом.

На баллонах для ацетилена места клеймения с указанием наименования завода-изготовителя, массы баллона, даты заполнения корпуса пористой массой и ацетонного обводителя, массы баллона, даты заполнения корпуса пористой массой и ацетонного обводителя красной краской.

Ацетиленовые станции состоят из нескольких генераторных установок и предназначены для централизованного снабжения участков газопламенной обработки металлов газообразным ацетиленом.

Ацетиленовые генераторы различают по величине давления газа: низкого— до 10 кгПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>), среднего— первая группа до 10—70 кгПа (0,1—0,7 кгс/см<sup>2</sup>) и вторая группа до 70—150 кгПа (0,7—1,5 кгс/см<sup>2</sup>); по производительности: малой— до 3, средней— до 30, большой— свыше 30 м<sup>3</sup>/ч; по роду установок: стационарные— производительность свыше 3 и передвижные— до 3 м<sup>3</sup>/ч; по характеру взаимодействия карбида кальция с водой: КВ— карбид в воду, ВК— вода на карбид с вращением мокрого и сухого процессов, ВВ— вытеснение воды. Допускается сочетание в одном генераторе разных систем (комбинированные генераторы).

Запрещены в эксплуатации передвижные генераторы с газосборником в виде плавающего колокола и генераторы, работающие по способу погружения карбида кальция в воду. Каждый генератор состоит из газобразователя, в котором происходит разложение карбида кальция, газольдера для сбора и хранения газа, химического очистителя для очистки ацетилена от примесей и водного затвора для предохранения генератора от взрыва.

Понижение давления газа, поступающего из баллона или распределительного трубопровода, и автоматическое поддержание заданного рабочего давления осуществляют с помощью газовых редукторов (ГОСТ 6268—78), которые классифицируются:

- по назначению — Б (баллонные), Р (рамповые), С (сетевые);
- по роду газа — А (ацетиленовые), К (кислородные), М (метановые), П (пропан-бутановые);
- по схеме регулирования — О (одноступенчатые) с механической установкой давления, Д (двухступенчатые с механической установкой давления), У (одноступенчатые с пневматической установкой давления).

Передки для газовой сварки, пайки, нагрева и очистки поверхности деталей подразделяют по следующим признакам: по способу подачи газа и образованию горючей смеси — на инжекторные и безинжекторные, по назначению — на спциализированные и универсальные, по способу применения — на ручные и машинные, по роду горючего газа — на ацетиленовые, для газов замещающих ацетилен и для жидких горючих, а также на одно- и многопламенные.

Пост КПМ-1 предназначен для ручной плазменно-дуговой резки и газодуговой сварки неплавляющихся вольфрамовым электродом в монтажных условиях высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов. Представляет собой передвижную установку, смонтированную на автомобиле ТАПЗ-755А. Составит из комплекта аппаратуры КДП-2: резак РДП-2, горелка ГДС-150, выпрямитель ВКС-500-1, компрессора СО-7А, двух балластных реостатов РБ-300-1, колл-лектора, обеспечивающего переход от сетевых коммуникаций к кабель-шланговому пакету. Вместо выпрямителя ВКС-500-1 используют также ВДГ-500-1. Длина коммуникаций 20 м. Оборудование поста закрыто металлическим кожухом. Для установки и крепления двух баллонов со сжатыми газами (аргоном и азотом) на посту предусмотрено специальное место. Охлаждение поста при резке производится, при сварке — естественное.

#### Техническая характеристика поста КПМ-1

Толщина металла, мм:	До 2,5
при сварке	До 2,5
при резке:	До 50
алюминия и его сплавов	До 40
высоколегированной стали	До 20
Меди и ее сплавов	Не менее 0,45
Давление воздуха при резке, МПа	0,12—0,6
Расход, м <sup>3</sup> /ч:	30
аргона или азота при сварке	4
воздуха при резке	1,5, 2, 3
Диаметр вольфрамового электрода, мм	4
при сварке	1,5, 2, 3
при резке	150
Рабочий ток при ПР=60%, А:	250
при сварке	До 30
при резке	До 30
Наибольшая мощность дуги, кВт	До 30

Местность, л	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки баллонов из стали, мм					Длина корпуса баллонов из стали, мм				
		углеродистой		легированной	углеродистой		легированной				
		10	15		10	15		20	15	20	
5	140	3,1	4,4	5,7	3,1	3,9	460	475	495	460	470
8	140	3,1	4,4	5,7	3,1	3,9	680	710	740	680	700
10	140	3,1	4,4	5,7	3,1	3,9	830	865	900	830	850
12	140	3,1	4,4	5,7	3,1	3,9	975	1020	1060	975	1005
20	219	5,2	6,8	8,9	5,2	6,0	730	740	770	730	730
25	219	5,2	6,8	8,9	5,2	6,0	890	900	935	890	890
32	219	5,2	6,8	8,9	5,2	6,0	1105	1120	1165	1105	1105
40	219	5,2	6,8	8,9	5,2	6,0	1350	1370	1430	1350	1350
50	219	5,2	6,8	8,9	5,2	6,0	1660	1685	1755	1660	1660

Примечания: 1. При давлении до 20 МПа баллоны малой вместимости имеют вместимость до 0,012 м³ (12 л), средней — 0,02—0,05 м³ (20—50 л), 2. Наружный диаметр резьбы горловины баллона (по ГОСТ 949—73) малой вместимости равен 19,2, средней — 19,2, средней — 19,2, средней — 19,2, средней — 30,3, средней для других газов — 27,8 мм.

**Характеристика и цвет окраски стальных газовых баллонов**

Газ	Состояние газа в баллоне	Резьба при соединительной штуцера вентиля	Цвет		
			баллона	надписи	полосы
Азот	Сжатый	3/4" трубчатая правая	Черный	Желтый	Коричневый
Аргон чистый	»	То же	Серый	Зеленый	Зеленый
Аргон технический	»	»	Черный	Синий	Синий
Ацетилен	Растворенный	Левая	Белый	Красный	—
Пропан-бутан	Сжиженный	»	Красный	Белый	—
Водород	Сжатый	»	Темно-зеленый	Красный	—
Воздух	»	Правая	Черный	Белый	—

Газ	Состояние газа в баллоне	Резьба при соединительной штуцера вентиля	Цвет		
			баллона	надписи	полосы
Гелий	Сжатый	Правая	Коричневый	Белый	—
Кислород	»	»	Голубой	Черный	—
Углекислота	Сжиженный	Левая	Красный	Белый	—
Другие горючие газы (метан, пропановый)	Сжатый	Правая	Черный	Желтый	—
Другие негорючие газы	Сжатый	Правая	Черный	Желтый	—

**Техническая характеристика цветных газовых генераторов**

Тип	Производительность, м³/ч	Давление, МПа		Единовременная загрузка карбиды, кг	Грануляция карбиды, мм	Масса, кг
		рабочее	предельное			
ГВР-1,25М	1,25	0,008—0,015	0,07	4	15/25 и 25/80	50
АНВ-1,25-72	1,25	0,0015—0,002	0,01	5	25/80	42
АСМ-1,25-3*	1,25	0,01—0,07	0,15	3	25/80	19
АСВ-1,25-4	1,25	0,01—0,07	0,15	3	25/80	19

*Переделанные*

Тип	Производительность, м³/ч	Давление, МПа		Единовременная загрузка карбиды, кг	Грануляция карбиды, мм	Масса, кг
		рабочее	предельное			
ГКР-10-68	10	0,01—0,07	0,15	25	25/80	630
АСК-1-67	5	0,015—0,03	0,07	12	15/25	176
УАС-5 (установка)	5	0,015—0,03	0,07	16	25/80	176
	5	0,015—0,03	0,07	12	15/25	190
5	5	0,015—0,03	0,07	16	25/80	190

Примечание. Генератор АНВ-1,25-72 предназначен для работы при температуре до -20°С.

*Стационарные*

Тип	Назначение	Давление газа, МПа		Наибольший расход газа м <sup>3</sup> /ч	Масса, кг
		наибольшее на входе	рабочее		

*Кислородные*

ДКП-1-65	Баллонный	20	0,1—1,5	10	2,4
ДКМ-1-70	»	20	0,02—0,03	1	2,3
ДКД-8-65	»	20	0,05—0,8	25	3,6
ДКД-15-65	»	20	0,1—1,5	60	3,3
ДКС-66	Сетевой	1,6	0,01—0,5	10	2
ДКР-250	Рамповый	20	0,3—1,6	250	18
ДКР-500	»	20	0,3—1,6	500	18

*Проган-бутановые*

ДПП-1-65	Баллонный	2,5	0,01—0,03	5	2
ДПС-66	Сетевой	0,3	0,02—0,15	6	2
ДПР-1-64	Рамповый	2,5	0,02—0,3	25	14,4

*Ацетиленовые*

ДАП-1-65	Баллонный	3	0,01—0,12	5	2,5
ДАМ-1-70	»	3	0,02—0,1	5	2,5
ДАД-1-65	»	3	0,01—0,12	5	3,5
ДАС-66	Сетевой	0,12	0,01—0,1	10	2
ДАР-1-64	Рамповый	3	0,02—0,1	15	14

*Метановые*

ДМС-66	Сетевой	0,3	0,02—0,15	30	2
--------	---------	-----	-----------	----	---

*Водородные*

ДВП-1-65	Баллонный	20	0,1—1,5	80	2,3
В-50	»	20	0,1—0,54	3	3,8

*Азотные*

В-50	С показывающим расходомером	20	0,1—0,54	3	3,8
А-30	То же	20	0,1—1,5	1,8	3,8
А-90	»	20	0,1—0,39	5,4	3,8

*Воздушные*

РС-250-58	Баллонный, сетевой	25	6,5	60	2,3
СЗ-1404-Ф	То же	15	0,1—0,8		1,2

Тип	Назначение	Давление газа, МПа		Наибольший расход газа, м <sup>3</sup> /ч	Масса, кг
		наибольшее на входе	рабочее		

*Аргонные*

АР-10	С показывающим расходомером	20	0,1—0,9	0,6	3,8
АР-40	То же	20	0,1—0,46	2,4	3,8
АР-150	»	20	0,1—0,7	9	3,8

*Углекислотные*

ДЗД-1-59М	Баллонный, сетевой	15	0,15	2,2	1,9
У-30	То же	10	0,1—0,4	1,8	4,7

Техническая характеристика смесителей газов

Тип	Смешиваемые газы	Состав смеси, %	Давление, МПа	Масса, кг
УКП-1-71	Углекислый газ Кислород	70 30	0,02—0,1 0,12—0,15	2,15
АКУП-1	Аргон Углекислый газ Кислород	70 25 5	0,1—0,4 0,6 0,36—0,6	8
УКР-1-72	Углекислый газ Кислород	70 30	0,4—0,8 0,4—1,5	40

Газоразборные посты

Газ, подаваемый из сети к месту работ	Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	Рабочее давление, МПа		Состав комплекта	Мас. св. кг
		на входе	на выходе		
Кислород	40	0,3—1,5	0,1—1,5	Шкаф с вентилем и редуктором ДКП-1-65	8,4
Кислород	90	1—3,5	0,3—1,6	Шкаф с вентилем и редуктором ДКР-500	38
Ацетилен	3,2	0,02	0,07	Шкаф с постоянным водным затвором ЗСП-7	17,5

Примечание. Трубопроводы и газоразборные посты кислорода окрашивают в синий, ацетилена — в белый, других горючих газов — в красный цвет.



**Техническая характеристика резиновых рукавов с нитяным каркасом  
(ГОСТ 9356—75\*)**

Тип	Назначение	Рабочее давление, МПа	Цвет наружного слоя
II	Для жидкого топлива (керосин, бензин и их смеси)	0,6	Желтый
III	Для кислорода	1,5	Синий

Примечания: 1. Диаметр рукавов соответственно внутренний — 6; 9; 12 и 16 и наружный — 12; 18; 22,5 и 26 мм. 2. Температура наружного воздуха при эксплуатации от +30 до —35°С.

**Техническая характеристика универсальных ацетилено-кислородных горелок  
(ГОСТ 1077—79Е)**

Тип	Наименование	Расход, м³/ч		Давление на входе, МПа		Номера накопительных вентилей в комплекте
		ацетилена	кислорода	ацетилена	кислорода	
Г1	Микромощности	0,005—0,06	0,006—0,065	0,01—0,1	0,01—0,1	000; 00; 0
Г2	Малой мощности	0,025—0,43	0,028—0,44	0,001—0,1	0,05—0,4	0; 1; 2; 3
Г3	Средней мощности	0,05—2,8	0,055—3,1	0,01—0,1	0,1—0,4	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7
Г4	Большой мощности	2,8—7,0	3,1—8	0,03—0,1	0,2—0,4	8; 9

Примечание. Горелка Г1 безаппаратная, Г2, Г3 и Г4 — аппаратные.

**Техническая характеристика горелок для газопламенной обработки металлов**

Марка	Толщина металла (деталей), мм	Расход, м³/ч			Давление, МПа		Масса, кг
		кислорода	ацетилена	пропан-бутана	кислорода	горючего газа	

*Ручная газовая сварка, пайка и нагрев деталей из черных и цветных металлов и сплавов*

ГС-2	0,25—4	0,065—0,44	0,06—0,4	—	0,05—0,4	0,001—0,35	0,5
ГС-3	0,5—30	0,055—1,9	0,125—2,8	—	0,1—0,4	0,001	0,83
«Звездочка»	0,2—4	0,065—0,44	0,06—0,4	—	0,05	0,001	0,54
«Звезда»	0,5—30	0,055—1,95	0,105—1,7	—	0,1—0,4	0,001	0,85
ГЗУ-2-62	0,5—7	0,26—5,8	—	0,07—1,7	0,1—0,4	0,1—0,4	1,7
ГЗМ-2-62М	0,2—4	0,14—0,84	—	0,04—0,24	0,05—0,7	0,001	1,06
ГКР-1	—	0,5—3,2	—	0,3—2,3	0,3—0,5	0,15—0,3	0,95

(керосин, кг/ч)

*Пайка и нагрев деталей*

ГВП-3М	—	0,56—3,33	—	0,06—0,4	0,04	0,01—0,1	0,91
ГВП-4	4	(воздух) До 1,39 (воздух)	0,02—0,1	(пропан) 0,01—0,06 (пропан)	(воздух) 0,5 (воздух)	0,001	0,68

*Сварка и пайка алюминиевых проводов*

ГПВМ-0,07	10 (площадь, мм²)	—	—	0,02—0,08	—	—	0,65
ГПВМ-0,1	35 (площадь, мм²)	—	—	0,1	—	—	1,1

*Нагрев деталей перед сваркой, оплавление поверхностей гидроизоляционных материалов*

ГВПН	—	—	—	0,1—0,12	—	0,1—1,5	1,5
------	---	---	---	----------	---	---------	-----

*Пламенная очистка поверхности металла от ржавчины, окалины и краски*

ГАО-2-72	110 (ширина, мм)	2,2	2	—	0,4	0,001	2,0
----------	------------------	-----	---	---	-----	-------	-----

*Наплавка поверхностей и заварка дефектов чугунного литья*

ГАП-2	0,1—4 (наплавка, мм)	0,25—1,95	0,23—1,75	—	0,2—0,4	0,01—0,025	1,02
-------	----------------------	-----------	-----------	---	---------	------------	------

Техническая характеристика ручных резаков

Марка	Толщина разрезаемого металла, мм	Расход, м³/ч				Давление, МПа		Масса, кг
		кислорода	ацетилена	пропан-бутана	природного газа	кислорода	горючего газа, не менее	

Кислородная разделительная резка

«Маяк-1»	3—350	3—40	0,4—1,2	—	—	0,3—1,2	0,001	1,25
«Маяк-2»	3—350	2,5—40	—	0,3—0,8	0,6—1,9	0,3—1,2	0,02	1,25
«Ракета-1»	3—300	3—40	0,4—1,2	—	—	0,3—1,2	0,001	1,05
«Факел»	3—300	3—40	0,4—1,2	—	—	0,3—1,2	0,001	1,05
РК-71	3—200	2,8—28	—	0,5—1,5	—	0,3—0,6	0,15	1,57
РЗР-2	300—800	35—90	—	(керосин) 2,5—7	—	0,5—0,75	0,05	5,5

Удаление кислородной струей корня сварных швов и пороков в стальном литье

РАП-1	—	5,5—18	1,5—2	—	—	0,1—0,6	0,001	1,2
РАП-62	—	5,5—18	1,5—2	—	—	0,4—0,6	0,001	1,2

Удаление пороков в литье и прокате

РПК-2-72	—	75	—	—	5	0,8—1,2	0,4—0,5	2,49
РПА-2-72	—	75	1,2	—	—	0,8—1,2	0,02	2,53

Разделительная резка стального литья и скрапа

РАЛ-1	50—300	10—40	1—1,2	—	—	0,4—1,2	До 0,01	1,25
РЗЛ-1	100—400	15—50	—	1,6—2	4—5	0,35—1,2	0,33	1,2

Техническая характеристика вставных газовых резаков для ручной кислородной резки

Марка резака	горелки	Толщина разрезаемого металла, мм	Расход, м³/ч		Давление, МПа		Масса, кг
			кислорода	ацетилена	кислорода	ацетилена (не менее)	

Разделительная резка

РГС-70	ГС-3	3—70	3—10	0,4—0,6	0,3—0,6	0,001	0,61
РГМ-70	ГС-2	3—50	3—8	0,3—0,6	0,3—0,5	0,001	0,54

Резка труб наименьшим диаметром 45 мм

РАТ-70	ГС-3	3—20	2—3	0,3—0,4	0,2—0,3	0,001	0,6
--------	------	------	-----	---------	---------	-------	-----

Вырезка отверстий диаметром 25—100 мм

РАО-70	ГС-3	5—50	3—8	0,3—0,6	0,3—0,5	0,001	0,68
--------	------	------	-----	---------	---------	-------	------

Средние значения при ремонтных работах и демонтаже

РАЗ-70	ГС-3	Диаметром до 70	4—10	0,4—0,6	0,3—0,6	0,005	0,61
--------	------	-----------------	------	---------	---------	-------	------

Техническая характеристика комплектов для ручной газовой сварки, пайки и резки металлов

Марка	Толщина металла, мм		Тип		Масса комплекта, кг
	при сварке	при резке	горелки	резака	
КГС-2А	2,5—17	3—70	ГС-3	РГС-70	3,4
КГС-1-72	0,25—4	3—50	ГС-2	РГМ-70	3,38

Техническая характеристика аппаратов для плазменно-дуговой резки (ГОСТ 12221—79)

Тип аппарата	Наибольшая толщина разрезаемого металла, мм	Напряжение холостого хода, В	Рабочий ток, А	Режим дуги, ПВ, %	Мощность дуги, кВт
Плм-60/300	60	300	300	100	60
Плм-160/630	160	400	630	100	180
Плм-300/1000	300	500	1000	100	300
Плмт-50/300	50	400	300	100	60
Плр-20/250	20	180	250	60	30
Плр-50/250	50	180	250	60	30
Плрм-80/400	80	180	400	60	50

Примечание. Плм — машинная резка, Плмт — ручная и машинная резка, Плр — ручная резка, Плрм — машинная резка, Плр — ручная резка.

Марка	Наибольшая толщина разрезаемого металла, мм			Наибольший рабочий ток при ПВ = 60%, А	Наибольшая мощность дуги, кВт	Расход газа, м³/ч				Расход воды, л/мин
	алюминия	стали	меди			аргона	азота	водорода	сжатого воздуха	
РДП-1	80	60	30	400	50	1,2—2	2,5—3,5	0,4—1	—	4—6
РДП-2	50	40	20	250	30	1,2—2	2,5—3,5	0,4—1	30	—

Примечание. Напряжение холостого хода источника питания — 160 В, диаметр вольтметра нового электрода — 4 мм, масса резаков с рукавами — 7,25 кг.

**Техническая характеристика и конструктивные особенности установок для плазменно-дуговой резки**

Марка	Металл		Наибольшая толщина резания, мм	Номинальная мощность, кВт	Примечание
	Наименование	Толщина			
ПВТ-1	Сталь		60	30	Циркулярное устройство позволяет вырезать детали диаметром 180—1500 мм. Полуавтомат состоит из переносной однорезакowej тележки, циркулярного устройства, машинного резака и пульта управления.
ПРП-1	Сталь		60	70	То же, а также имеются резаки для ручной резки и точечник питания (три преобразователя).
	Алюминий		80	70	
ПРП-2	Сталь		60	70	Установка состоит из источника питания с аппаратурой управления, резаков для ручной и механизированной резки, выносного пульта, токо-газового коллектора для резки на расстоянии до 20 м.
	Алюминий		80	70	
ОПР-6-3М	Сталь		120	150	Резка в монтажных условиях. Состоит из источника питания с аппаратурой управления, ручного резака и токо-газового коллектора для резки на расстоянии до 20 м.
	Алюминий		200	150	
ОПР-7	Сталь		60	110	Машинная стационарная скоростная с фотокопировальным устройством. Состоит из источника питания с аппаратурой управления и плавморона ПРВ-201.
ЮГ-2,5Пл6	Сталь		50	93	Состоит из источника питания с аппаратурой управления и плавморона ПРВ-201.
	Алюминий		60	93	
УПР-201	Сталь		40	36	Состоит из источника питания с аппаратурой управления и плавморона ПРВ-201.

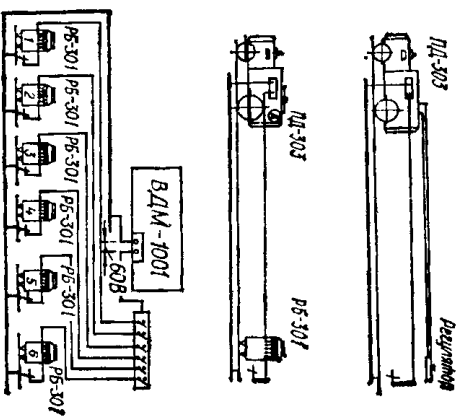
Марка	Металл		Наибольшая толщина резания, мм	Номинальная мощность, кВт	Примечание
	Наименование	Толщина			
АПР-401	Сталь		80	120	Состоит из источника питания, пульта управления и плазмотрона.
	Алюминий		100	120	
«Киев-2»	Мель		60	60	Состоит из тиристорного источника питания с аппаратурой управления и плазмотрона ВПР-10.
	Сталь		60	60	
УВПР «Киев» (АВПР-2)	Сталь		60	90	В комплекте резак РТМ-1, трансформаторный блок и шкаф управления.
«Киев-4»	Сталь		60	54	В комплекте индуктивно-емкостный источник тока и шкаф управления, плазмотрон ВПР-9 и ВПР-11М.

**Электроснабжение сварочных постов**

Сварочное оборудование должно быть максимально приближено к сварочным постам. Если это трудноосуществимо, то на площадках прокладываются временные разводки от сварочного оборудования к рабочим местам.

**Схемы электроснабжения сварочных постов**

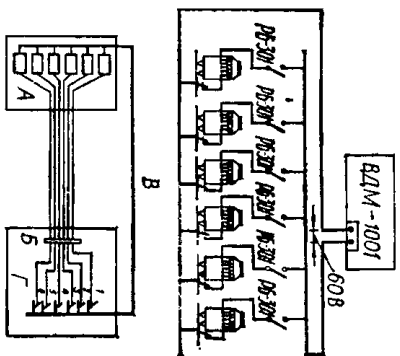
Канализация и регулирование тока	Схема
Питание от однопостового источника. Тонкое регулирование дистанционным регулятором	
Питание от однопостового источника, регулирование выносным балластным реостатом	
Автономное питание постов от многопостового (или параллельно работающих однопостовых) источника с общим обратным проводом	



Канализация и регулирование тока

Питание постов от многопостового источника (или параллельно работающих однопостовых) общим проводом с индивидуальным подключением и общим обратным проводом

Схема



Экономия времени при подключении источников тока к электросети может быть достигнута за счет использования инвентарных распределительных шкафов с присоединением питающих кабелей через штепсельные разъемы.

В сварочном производстве используются главным образом кабели марок КРПТ, АКРПТ, КРПТН и АКРПТН по ГОСТ 13497—77\*Е и маркам ПРГД, ПРГДО и АПРГДО по ГОСТ 6731—77\*Е. Это гибкие кабели с медными или алюминированными жилами, заключенными в резиновую изоляцию и оболочку, рассчитанную для подключения к источникам сварочного тока на номинальное напряжение до 660 В (ГОСТ 13497—77\*Е) или 127 В переменного тока, или 220 В постоянного тока (ГОСТ 6731—77\*Е) при частоте 50 Гц. Длительно допустимая температура жил не должна превышать 65°С.

Провода соединяются между собой и с электроподдержателем механическим путем, сваркой или пайкой. При токах более 600 А токопроводящий провод должен присоединяться к электроподдержателю, минуя рукоятку. Места соединения тщательно изолируются. Для соединений проводов применяют соединительные муфты МС-2, МСБ-2, МЗ15, М500, для подключения обратного провода к свариваемым деталям — клеммы заземления КЗ-2, для неразъемных соединений сварочных кабелей — соединитель ССП-2.

Сварочный кабель к источнику питания сварочной дуги может присоединяться с помощью присоединительной муфты МС-3, одна из полу муфт которой выношена полу муфтам МС-2 или МСБ-2, а другая вместо конца провода имеет выходящую деталь с отверстием, надеваемую на контактный болт источника питания.

**Допустимые нагрузки тока на сварочные кабели для электроподдержателей (длина не более 1,5 м)**

Наибольшая допустимая сила тока, А	Сечение гибкого провода, мм <sup>2</sup>		Наибольшая допустимая сила тока, А	Сечение гибкого провода, мм <sup>2</sup>	
	одинарного	двойного		одинарного	двойного
200	25	—	450	70	2×25
300	50	2×16	600	95	2×35

При изменении сечения обратного провода (сварочной земли) должно соответствовать сечению основного.

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Нагрузка на провод, А			
	Однокильный	повторная кратковременная	двухжильный	
	длительная		длительная	повторная кратковременная

Температура воздуха +25°С

10	90	125	150	208
16	120	167	190	264
25	160	222	250	348
35	190	264	300	416
50	235	327	370	514
70	290	404	470	654
95	354	492	—	—
120	414	575	—	—

Температура воздуха —5°С

10	119	165	198	275
16	158	220	251	348
25	211	293	330	460
35	251	349	396	550
50	310	431	489	679
70	383	533	620	863
95	467	650	—	—
120	546	760	—	—

Температура воздуха +40°С

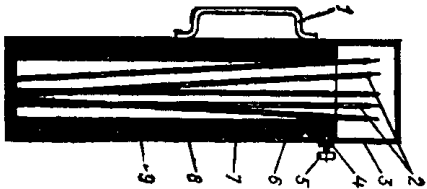
10	71	99	118	164
16	95	132	150	208
25	126	175	197	275
35	160	208	237	329
50	186	258	292	405
70	229	319	371	515
95	280	382	—	—
120	327	455	—	—

Примечания: 1. Повторная кратковременная нагрузка основное время сварки — не более 4 мин, общее время цикла — до 10 мин. 2. Длина сварочного провода не должна превышать 50 м для обеспечения падения напряжения в цепи не более 4—5%.

**Оснащение рабочего места и инструмент для ручной электродуговой сварки**

Основным инструментом сварщика является электроподдержатель. Сварщик также должен иметь широкую и узкую (горловую) металлические щетки для зачистки кромок основного металла и шва; молоток (кирочку) для обивки шлама и брызг и проковки шва (при наличии на площадке сжатого воздуха вместо кирочек для обивки шлама могут использоваться облегченные пневматические молотки); измерители для замера швов; личное клеймо сварщика. Выпускают специальные наборы инструментов для электросварщика.

Инструмент и электроды хранятся в деревянном ящике с высокими бортами, в сумке, в пеналах из жестки или полиэтилена.



Для сушки электродов на рабочем месте электросварщика, поддержания их в горячем состоянии, обеспечения защиты от попадания влаги на обмазку электродов применяется специальный пенал (рис. 4). Его подключают к тому же источнику питания, что и сварочную дугу напряжением 65—70 В постоянного или переменного тока. Температура в пенале обеспечивается прикосновением электрододержателя к выдвинутой клемме на 40—60 с, которое замыкает электрическую спираль для подогрева внутренней части пенала. Пенал устроен, поэтому в нем сохраняется температура 100—110°С в течение 1—1,5 ч в зависимости от температуры окружающей среды. По истечении этого времени пенал выключается.

Рис. 4. Пенал для сушки электродов:

1 — ручка; 2 — электроды; 3 — крышка; 4 — изолятор; 5 — клемма; 6 — нихромовая спираль; 7 — керамическая трубка; 8 — корпус; 9 — асбестовая ткань.

#### Техническая характеристика пенала для сушки электродов

Длина, мм	450
Диаметр, мм:	
наружный	100
внутренний	50
Масса, кг:	
без электродов	600
с электродами	2600

Для сокращения потерь рабочего времени, связанных с перемещением оборудования, сварочные посты в условиях монтажа можно размещать в металлических контейнерах, на шасси одноосных или двухосных автоприцепов, на шасси автообойдлей.

В большинстве случаев сварщик работает на лесах, лестницах, подмостях или подвесных устройствах. Могут быть рекомендованы металлические инвентарные подмости с телескопическими опорами, позволяющие изменять высоту, или телескопические вышки. При сварке неповоротных стыков труб в траншеях

#### Техническая характеристика электрододержателей для ручной электродуговой сварки плавящимся электродом

Марка электрододержателей	Сварочный ток, А	Диаметр электродов, мм	Сечение подключаемого сварочного кабеля, мм <sup>2</sup>	Диаметр, мм	Тип	Масса, кг
ЭП-2	250	До 5	50	—	Пасатипный	0,43
ЭП-3	500	6—8	70	—	»	0,8
ЭД-125	125	1,6—3	25	—	»	0,32
ЭД-315	315	2—6	50	—	»	0,48
ЭД-500	500	4—10	70	—	»	0,62
ЭР-1	300	До 6	50	—	Рычажный	0,52
ЭР-2	500	6—8	70	—	»	0,72
ЭВ-2	500	6—8	70	50	Винтовой	0,5
ЭВ-3	315	4—6	50	47	»	0,37
ЭВ-4	125	До 4	35	45	»	0,27
ЭДС-125	125	До 4	25	42	Зашелочный	0,22
ЭДС-315	315	3—6	50	48	»	0,34
ЭВ-300	315	3—6	50	—	»	0,4
ЭУ-500	500	5—8	70	—	»	0,42

#### Наборы инструментов для электросварщика

Тип	Сварочный ток, А	Масса, кг	Состав набора и габариты ящика
КИ-125	125	6,5	Муфта соединительная М315 (КИ-125 и КИ-315) или М-500 (КИ-500), электрододержатель ЭД-125, ЭД-300 и ЭД-500 (соответственно типу комплекта) с отрезком сварочного кабеля, запаянные части к электрододержателю, стекла покровные, шлакоотделитель, жимы контактные, шлакофильтры, зажимы контактные и светофильтры, металлическая щетка. Габариты ящика: 385×340×115 мм. Изготовитель — Миннаэлектрохром СССР
КИ-315	315	7,0	
КИ-500	500	9,0	
ЭНИ-300, ЭНИ-300/1	300	8	Электрододержатель с запаянными частями, соединительная муфта, клемма заземления, щетка-зубило, отвертка с диэлектрической ручкой, две диэлектрические ручки, плоскогубцы комбинированные, ключ гаечный разводной, клеймо сварщика, молоток, световыключатель и стекло покровное, кабель марки ПРГД. Габариты ящика с ручкой и замками: 415×290×80 мм. Изготовитель — Минмонгажцепстрой СССР.

#### Технические характеристики горелок для ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов

Марка	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Охлаждение	Габариты	Масса (без шлангов), кг
ЭЗР-5	5	0,5; 1,5	Воздушное	160×21×120	1,4
ЭЗР-3-66	150	1,5; 2; 3	»	260×35×110	0,75
РГА-150	150	0,8—3	Водяное	260×30×85	0,296
ГНР-160	160	0,8; 1; 2; 3	»	323×30×30	0,212
ЭЗР-3-58	200	2—4	Воздушное	350×80×150	0,68
ГРСТ-1	200	1—4	Водяное	285×95×45	0,65
ГНР-315	315	3—5	»	345×35×35	0,305
РГА-400	400	4—6	»	270×34×105	0,430
ЭЗР-4	500	4—6	Воздушное	325×35×190	0,8
ГДС-150	150	1,5—3	»	245×22×113	0,4
АР-10-1	120	1—3	»	260×34×110	0,35
АР-10-2	200	2—4	Водяное	296×34×150	0,4
АР-10-3	400	3—8	»	300×34×170	0,5

вырывают специальные приямки. В случае необходимости рабочее место сварщика ограждается ширмами, накрывается брезентовым тентом. Палаткой, на весом.

В холодное время года в районе производства открытых работ оборудуются помещения для обогрева рабочих и сушки спецодежды.

## Вспомогательное оборудование

### Техническая характеристика манипуляторов для электродуговой сварки

Тип	Грузоподъемность, т	Скорость сварки, м/ч	Диаметр круговых швов, мм	Допускаемая сила сварочного тока, А	Габариты, мм	Масса, кг
М11020	0,063	7—200	125—630	1000	700×860×630	0,115
М11030	0,125	8—200	160—800	1000	1100×815×755	0,45
М11050	0,5	12—240	250—1250	1000	1300×1260×1450	0,97
М11070	2,0	12—240	До 2000	1200	1620×1550×950	1,755

Техническая характеристика универсального манипулятора для вращения сферических резервуаров объемом 600—2000 м<sup>3</sup> при сварке меридиональных и кольцевых швов

Диаметр сооружаемых резервуаров, мм 10 000—16 000  
 Масса резервуара, т . . . . . До 160  
 Скорость вращения резервуара, м/ч 45—60  
 Управление манипулятором . . . . . Дистанционное  
 Потребляемая мощность, кВт . . . . . 22  
 Габариты, мм 5300×5300×2485  
 Разработчик — ВНИИМонтажпострой Минмонтажпострой СССР

### Техническая характеристика вращателей для автоматической электродуговой сварки круговых швов при наплавочных работах

Тип	Грузоподъемность, т	Сварочная скорость, м/ч	Диаметр круговых швов, мм	Допускаемая сила сварочного тока, А	Габариты, мм	Масса, т
<i>Вращатели вертикальные</i>						
М21020	0,125	8—200	125—1250	1000	600×530×480	0,21
М21030	0,25	12—240	60—800	1000	1000×1000×450	0,295
М21050	1,0	12—240	250—2000	1000	1000×1000×630	0,650
М21070	4,0	12—240	До 2500	2000	1260×1260×400	1,225
<i>Вращатели горизонтальные</i>						
М31020	0,125	8—200	125—1250	1000	4400×1100×1150	0,71
М31030	0,25	8—200	До 1000	1000	3600×1250×1425	0,633
М31050	1,0	12—240	250—1950	1000	5355×1600×1500	2,041
М31070	4,0	12—240	500—2500	2000	9100×2000×2250	3,893

Роликовые стеллажи для вращения цилиндрических изделий при сварке внутренних и наружных кольцевых швов, а также продольных швов обечаек и приварки деталей насаждения

Тип	Грузоподъемность, т	Диаметр свариваемых изделий, мм	Скорость вращения изделия при сварке, м/ч	Масса стеллажа, т
ЖС.Д.А	13,065	400—4000	4—200	1,703
Тяжелый	15,0	120—6000	8—130	—

## Оборудование для сборки, резки и сварки элементов и узлов трубопроводов

Наименование	Диаметр труб, мм	Скорость вращения, м/ч	Масса, т	Разработчик
Вращатель универсальный фрикционный УВТ-1	57—529	15—250	0,75	Гипронефтепострой Минмонтажпострой СССР
Стенд для сварки углов трубопроводов	50—500; узлы до 1500×2500×6000	—	2,4	ВНИИМонтажпострой Минмонтажпострой СССР

### Кантователи для поворота конструкций при сборке и сварке

Наименование и назначение	Грузоподъемность, т	Габариты свариваемого изделия, мм	Разработчик
Двухстоечный с ручным приводом для балочных, рамных и решетчатых конструкций	0,2	650×650 (ширина × высота)	ВГТИстройдормаш Минстройдормаша СССР
С пневдомкратами для листовых и решетчатых изделий	0,5	1700×1300×200	Крюковский вагоностроительный завод, Кременчуг
С телескопическим гидродомкратом для рамных конструкций	3,0	3000×3000×300	Московский завод специальных станков
Цепной Р-404 для балочных конструкций, близких по сечению к квадратному	2,0	1400×500×500	Иститут электросварки им. Е. О. Патона АН УССР
Цепной с нижним приводом для балочных конструкций, близких по сечению к квадратному	2,0	1400×600×500	Крюковский вагоностроительный завод, Кременчуг
Двухстоечный УДК-3 для рамных и балочных конструкций	3,0	Наибольший диаметр 4200	ВГТИтяжмаш Минтяжмаша СССР
Для длинномерных конструкций типа балок	1,0	15 000×1600×600	Трест Сибквонтаж Минмонтажпострой СССР

**Центраторы конструкции треста Востокометаллургмонтаж для сборки труб под сварку**

Марка	Диаметр центрируемых труб, мм	Масса, кг	Принцип зажима труб
ЦН-60	30—60	15	Скобами
ЦН-114	76—114	27	Пластинчатой роликовой цепью То же
ЦНУ-400	133—426	10,5	
ЦНУ-1020	402—1020	50	То же
ЦНУ-1220	920—1220	55	

Техническая характеристика универсальной колонны с шарнирно-поворотной консолью для сварочных полуавтоматов при сварке в среде защитных газов и под слоем флюса

Радиус обслуживания, м . . . . . 4,2  
 Высота консоли, мм . . . . . 2815  
 Масса бухты сварочной проволоки, т . . . . . 0,08  
 Разработчик — ВПТИстройдормаш Минстройдормаша СССР

Техническая характеристика универсальной площадки Т81090 для перемещения сварщика в зону работ при сварке на высоте

Грузоподъемность, кг . . . . . 250  
 Высота подъема, м . . . . . 0,5—7,48  
 Размеры рабочего места сварщика, м<sup>2</sup> . . . . . 1×2,2  
 Вылет балкона по горизонтали, мм . . . . . 3200  
 Размер площадки в плане, мм . . . . . 1850×  
 ×2430  
 Масса, т . . . . . 3,9  
 Разработчик — Всесоюзный институт сварочного производства  
 Минстанкопрома СССР

**Техническая характеристика неповоротных столов сварщика**

Наименование показателей	ССН-1	ССН-2*	ССН-3
Размеры рабочей части стола (длина × ширина), мм	800×500	800×500	1250×700
Тип вентилятора	Центробежный ЦЧ-70	—	Центробежный ЦЧ-70
Мощность вентилятора, кВт	2,5	—	2,5
Наибольшие размеры свариваемых изделий (длина × ширина × высота), мм	1000×500×600	1000×500×600	1000×500×600
Высота рабочей части стола над уровнем пола, мм	700	700	700
Наибольшая масса свариваемого изделия, кг	60	60	80
Габариты (длина × ширина × высота), мм	800×850×1370	800×850×1370	1395×850×1470
Масса, кг	210	173	308

\* Газосток стола должен быть обеспечен подключением к цеховой вытяжной системе

**Оборудование для прокатки и сушки сварочных материалов**

Наименование и название	Наибольшая температура, °С	Загрузка, кг			Масса, кг	Разработчик
		электро-дов	порошковой про-волоки	флюса		
Стационарная электропечь ПТЭ-1	550	80	30	30	150	ВНИИМонтажспец-строй Минмонтажспец-строй СССР
Электропечь СНО-5,5/5-ИП	500	80	30	80	150	Трест Львовэнерго-монтаж Минэнерго СССР
Электропечь сопротивляе-ния шахтная СШО-3,2,3,2,5/3,5-И1	350	40	15	—	30	ВНИИМонтажспец-строй Минэнерго СССР
Сушильный шкаф	450	100	40	—	220	СКТБ «Специалмон-таж» Минмонтажспец-строй СССР
Переносная электропечь для прокатки и сушки электродов	420	15	10	—	25	ВНИИМонтажспец-строй Минмонтажспец-строй СССР

**Эксплуатация электросварочного оборудования**

Основные виды работ по уходу за оборудованием	Виды работ	Периодичность
Проверка надежности заземления трансформатора контактов	Сварочные трансформаторы	Ежедневно
Смазка ходового винта механизма переключения подвижной части сердечника трансформатора	Смазка ходового винта механизма переключения подвижной части сердечника трансформатора	То же
Замена смазки трущихся частей в коробке переключения винта и в других частях	Замена смазки трущихся частей в коробке переключения винта и в других частях	1 раз в месяц
Очистка обмотки и сердечника от грязи, продувание их сухим сжатым воздухом	Очистка обмотки и сердечника от грязи, продувание их сухим сжатым воздухом	1 раз в год
Проверка сопротивления изоляции (минимально допустимое сопротивление изоляции — 2,5 МОм, а цепей управления на корпусе — не менее 0,5 МОм)	Проверка сопротивления изоляции (минимально допустимое сопротивление изоляции — 2,5 МОм, а цепей управления на корпусе — не менее 0,5 МОм)	1 раз в месяц
Контролирование исправности защитных кожухов	Контролирование исправности защитных кожухов	То же

*Сварочные генераторы*

Проверка надежности заземления

Контроль исправности колдлектора: не допускать нагрева, протирать колдлектор чистой ветошью, смоченной бензином

При появлении нагара устранять причины его образования, протирать ветошью и шлифовать колдлектор мелкой стеклянной шкуркой. После шлифования продувать сухим сжатым воздухом. Если между пластинами начинает выступать слюда, удалить ее специальной пилкой на глубину до 1 мм, а затем мелким трехграным напильником убрать заусенцы и пршлифовать колдлектор при поднятых щетках

Ежедневно  
 1 раз в неделю  
 При обнаружении неисправности

Виды работ	Периодичность
<p>Контроль исправности щеток: щетки должны свободно (но без зазоров) передвигаться в щеткодержателях; щетки должны быть прилифованы к коллектору по всей его поверхности и расположены так, чтобы они одновременно сошлили с коллектора и пластины и встречали новую пластину. Притирку следует производить при нормальном нажатии пружин щеткодержателей. Для окончательной притирки генератор должен работать вхолостую; щетки одного ряда следует сместить вдоль оси машины по отношению к ряду щеток другой полярности на 3—4 мм; для выравнивания износа коллектора щеткодержатель надо закрепить на кожухе так, чтобы зазор между обоями и коллектором был равен 3—4 мм, разница веточных нажимов щеток на коллектор должна быть не более 15%.</p> <p>Очищать щетки и щеткодержатели следует чистой ветошью, после чего шлифовать мелкой стеклынной шкуркой; после каждой шлифовки машина должна быть продута сухим сжатым воздухом.</p> <p>Промывка подшипников керосином и смазывание гнезда на 1/2—1/3 свободного объема консистентной смазкой.</p> <p>Контроль исправности пускового устройства, зачистка контактов от нагара, брызг и пыли.</p> <p>Продувка контактов сухим сжатым воздухом.</p> <p>Проверка сопротивления изоляции (минимально допустимое сопротивление должно быть не менее 0,5 Ом).</p>	<p>Ежедневно</p> <p>1 раз в две недели</p> <p>Через 500—600 ч работы, но не менее 1 раза в 6 мес</p> <p>Ежедневно</p> <p>1 раз в месяц</p> <p>1 раз в месяц, а также после длительного бездействия агрегата, находящегося на открытом воздухе или в сыром помещении</p>

*Сварочные аппараты\**

Наблюдение за правильной нагрузкой и надежной работой системы охлаждения.

Включение выпрямителей с селеновыми вентилями, хранящимися длительное время (более шести месяцев) в нерабочем состоянии или не бывших в эксплуатации, на 20 мин под напряжение, равное половине номинального, затем — на 4 ч под номинальное без нагрузки со стороны постоянного тока.

\* К сварочным выпрямителям относятся все требованные, предъявляемые к наладке и эксплуатации трансформаторов

Виды работ	Периодичность
<p>Проверка сопротивления изоляции, которое должно быть не менее 2,5 Ом.</p> <p><i>Дополнить и полудетомпиль</i></p> <p>Проверка заземления шкафа управления и источника питания перед включением автомата и подавтомата в сеть.</p> <p>Осмотр и проверка состояния: контактов силового контактора, контактных соединений проводов и всех внешних соединений. При неисправности следует зачистить контактные поверхности, подтянуть соединения и при необходимости заменить неисправные контакты.</p> <p>изоляции проводов (в случае неисправности необходимо восстановить поврежденные участки) токопроводов, мундштуков и наконечников сварочных головок.</p> <p>подающих роликов, поджатия пружины шлангов в шланговых полуавтоматах уровня смазки в масляных ваннах.</p> <p>редукторов механической части аппаратов; при необходимости заполнить ванны смазкой.</p> <p>Проверка работ:</p> <p>электромашинного клапана для пуска защитного газа.</p> <p>аппаратуры управления и надежности работы кнопки управления.</p> <p>флюсовой аппаратуры.</p> <p>Програпание чистой ветошью сварочной установки и пульта управления с электроаппаратурой.</p> <p>Проверка надежности прилегания (контакта) проволоки к токопроводу и плотности контактов сварочной цепи.</p> <p>Проверка герметичности.</p> <p>Проверка и продувание шлангов, а также промывка газовой и водной магистралей.</p>	<p>1 раз в месяц</p> <p>Ежедневно</p> <p>1 раз в неделю</p> <p>То же</p> <p>»</p> <p>»</p> <p>»</p> <p>То же</p> <p>Ежедневно</p>

**Основные неисправности источников тока**

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Трансформатор сильно нагрется	Неправильно включен в сеть	Проверить включение первичной обмотки
Сварочный ток выше допустимого	Замыкание между витками первичной обмотки (трансформатор сильно гудит)	Уменьшить силу тока, применить электроды меньшего диаметра
Замыкание между витками первичной обмотки (трансформатор сильно гудит)	Неисправно включение первичной обмотки	Устранить витковое замыкание или отпаять трансформатор на переметку

*Трансформаторы*

Проверить включение первичной обмотки

Уменьшить силу тока, применить электроды меньшего диаметра

Устранить витковое замыкание или отпаять трансформатор на переметку



Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
<p>Чрезмерный нагрев сердечника и статорающих его шиндек                      Важны трансформатора сильно нагреваются</p>	<p>Нарушена изоляция сердечника и шиндек                      Слабо затянуты контакты. Занижено сечение проводов в месте контактов</p>	<p>Восстановить изоляцию                      Значитиь зажимы, плотно пригнать по месту и затянуть. Заменить провода</p>	<p>Искрение и значительный нагрев в одном месте коллектора</p>	<p>Обрыв или плохая пайка в обмотке якоря. При сильном нагреве части якоря — короткне замыкания в его обмотке</p>	<p>Отремонтировать якорь, хорошо очистить коллектор</p>
<p>Трансформатор сильно гудит</p>	<p>Ослаблено крепление сердечника, механизма перемещения катушек и болтов, стягивающих кожух</p>	<p>Подтянуть крепления</p>	<p>Искрение с перегревом отдельных щеток из одного ряда</p>	<p>Неравномерное распределение тока между щетками</p>	<p>Если искрящие щетки хорошо притерты и не качаются в обоймах, проверить контакты между катушками и щетками у искрящих щеток. Заменить щетки с плохим контактом</p>
<p>Дроссель не регулирует силу тока</p>	<p>Замыкание в обмотке дросселя</p>	<p>Отремонтировать дроссель</p>	<p>Значительное искрение добавочной щетки генератора при холостом ходе</p>	<p>Щетку заедает в обойме или она болтается в ней                      Щеточная траверса или палец слетелись</p>	<p>Устранить заедание или закрепить щетку в обойме                      Установить траверсы по меткам, щеточный палец на минимальное искрение</p>
<i>Преобразователи</i>					
<p>Электродвигатель вращается в обратную сторону                      Электродвигатель после включения не вращается и гудит, вращается очень медленно</p>	<p>Переутаны фазы                      Перегорел предохранитель одной фазы                      Обрыв в обмотках статора или ротора электродвигателя</p>	<p>Поменять местами концы подводящих проводов двух любых фаз                      Сменить плавкий предохранитель                      Найти и устранить обрыв или отпратить преобразователь в ремонт                      Устранить неисправность</p>	<p>Перегрев коллектора и щеток</p>	<p>Загрязнен коллектор                      Слишком сильны нажим щеток; очень твердые щетки; недостаточное сечение или плохой контакт щеток с коллектором</p>	<p>Отрегулировать усилие нажатия пружин; сменить щетки; пришлифовать щетки к коллектору</p>
<p>Двигатель гудит, неравномерно нагревается обмотка статора, вывывается из машины</p>	<p>Неисправность рубильника или пакетного выключателя                      Обрыв в обмотке ротора, короткое замыкание между фазами обмотки статора, внутреннее замыкание, задевание обмотки ротора о статор</p>	<p>Сдать преобразователь в ремонт</p>	<p>Искрение щеток, сопровождающееся нагревом на всех пластинках</p>	<p>Перегрузка генератора                      Загрязнение коллектора</p>	<p>Снизить нагрузку                      Почистить</p>
<p>Генератор не возбуждается (нет напряжения)</p>	<p>Загрязнен коллектор</p>	<p>Почистить коллектор мягкой стеклянной бумагой и продуть сжатым воздухом</p>	<p>Неровности на поверхности коллектора; слюда выстывает между пластинками</p>	<p>Щетки расположены не по нейтралю</p>	<p>Отрегулировать установку согласно данным завода-изготовителя</p>
<p>Перегрев якоря</p>	<p>Обрыв в цепи возбуждения или в реостате обмотки возбуждения                      Размагнитился генератор (в машинах с самовозбуждением)</p>	<p>Сдать преобразователь в ремонт</p>	<p>Перегрев подшипников</p>	<p>Слабое нажатие пружин на щетки                      Плохая прилифовка щеток или выкрашивание слюды</p>	<p>Промывать кольца и подшипники, заменить смазку. Устранить перекос оси агрегата; повысить давление на подшипник со стороны вращающегося электродвигателя</p>
<p>Обгорание фольгой группы ты рядом лежащих пластин</p>	<p>Короткое замыкание между витками обмотки якоря или между коллекторными пластинками</p>	<p>Остановить преобразователь, дать ему остыть и работать на допустимом режиме                      Сдать в ремонт преобразователь</p>	<p>Разбрызгивание и течь масла из подшипников</p>	<p>Много масла; недостаточный размер отверстий для его стока в нижней половине вкладыша и сильное вентилирующее действие вращающихся частей машины</p>	<p>Слить излишек масла из подшипников; увеличить отверстие для стока; установить дополнительные кожаные или войлочные уплотнители у подшипников со стороны, обращенной к корпусу</p>
<p>Искрение щеток сопровождается нагревом отдельных пластин</p>	<p>Коллектор «разошелся», т. е. выступают отдельные пластины</p>	<p>Обточить коллектор</p>	<p>Если дефект выражен слабо, устранить его шлифовкой коллектора</p>		

Несправность	Возможная причина	Способ устранения
Нет напряжения на клеммах	Не работает вентилятор или воздуш не засасывается со стороны жалузи	Проверить работу вентилятора, изменить направление вращения так, чтобы воздуш засасывался сверху (поменять местами два питающих провода)
Сильный нагрев вплоть до оплавления частей обмотки трансформатора	Неисправно реле вентилятора Вышел из строя один из вентилей выпрямительного блока	Проверить работу реле Снять шины, соединяющие выпрямительный блок. Проверить вентили с помощью тестера. Сопротивление вентилей в прямом и обратном направлении должно резко отличаться. Заменить неисправный вентиль Заменить предохранитель
При пуске двигатель вентилятора не вращается и гудит	Сорел предохранитель в цепи двигателя Обрыв в цепи одной из фаз двигателя	Устранить обрыв Ликвид. овать замыкание
Чрезмерный нагрев сердечника и стягивающих его шпильки	Нарушена изоляция листов сердечника и шпильки	Ликвидировать замыкание. Если нужно, перемонтировать обмотку вновою. При этом армированные медью концы отрезать и приварить к новой обмотке Разобрать сердечник и восстановить изоляцию листов и шпильки

**Основные неисправности сварочных автоматов**

Признаки неисправности

Возможные причины

При нажатии кнопки «Вверх» или «Вниз» двигатель подачи не работает  
При нажатии кнопки «Пуск» не срабатывает контактор

Обрывы или нарушения контактов в цепи электродвигателя  
Неисправны предохранители. Обрыв в цепи управления. Неисправны вспомогательный трансформатор или прежжуготочный реле, а также катушка контактора. Нет контакта в кнопках управления

При нажатии кнопки «Пуск» контактор срабатывает, но электродвигатель подачи проволоки не работает  
При нажатии кнопки «Пуск» силовой контактор срабатывает, но дуга не возбуждается

Разрыв цепи в блок-контактах контактора или кнопках управления  
Нет тока в сварочной цепи. Отсутствует замыкание между электродом и свариваемым металлом

Признаки неисправности

Возможные причины

В тракторе ТС-17М при нажатии кнопки «Пуск» дуга загорается и тут же обрывается. Электродвигатель работает на подачу проволоки вверх  
Неравномерная подача проволоки и обрывы дуги при нормально работающем двигателе подачи

При возвращении кнопки «Пуск» в исходное положение не замыкается один из нормально замкнутых контактов кнопки  
Слабый зажим электродной проволоки в подающих роликах. Выработались канавки или насечки в подающем или прижимном ролике. Заедание проволоки в контактах, мундштуках или в подающих роликах. Заедание проволоки в шланге на заперенной или засоренной  
Ледфы в механизмах автомата

В процессе сварки произвольно меняется положение головки или мундштука  
При открытом шибере флюс из бункера не выщипается  
Конец электродной проволоки переломается и приваривается к изделию. Дуга крайне неустойчива.  
Частье обрывы дуги

Сильной патрубок засорен шлаковыми корками  
Слишком короткая дуга. Малый сварочный ток или резкое падение напряжения в сети  
Очень длинная дуга. Большой сварочный ток или резкое повышение напряжения в сети  
Мундштук замкнул на корпус держателя. Пробита изоляция прокладок в месте соединения держателя со шлангом

Корпус держателя находится под напряжением

Мундштук замкнул на корпус держателя. Пробита изоляция прокладок в месте соединения держателя со шлангом

**ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ И РЕЗКИ**

**Сварочная дуга**

Сварка дугой постоянного тока выполняется на прямой (минус на электроде, плюс на изделии) или на обратной (плюс на электроде, минус на изделии) полярности. Обратная полярность рекомендуется при сварке высокоуглеродистой стали. Полярность определяется с помощью угольного электрода. При его включении на «минус» (прямая полярность), образуется спокойной растягивающаяся дуга. На обратной полярности дуга горит неровно и гаснет при небольшом удлинении. Можно проверить полярность путем погружения подсоединенных к зажимам машин проводов в слабый раствор серной кислоты. На конце, соответствующую-шем «минусу», будет наблюдаться сильное выделение пузырьков газа (водорода). Иногда используют специальный указатель полюсов Ульмана (стеклянная трубка с раствором сернонигелого натрия и 1%-ным раствором фенолфталина в спирте) — при присоединении металлических зажимов трубки к клеммам генератора со стороны отрицательного полюса жидкость окрашивается в розовый цвет.

Дуга переменного тока менее устойчива. Для повышения ее стабильности необходимо напряжение холостого хода источника тока не менее 55—70 В. Кроме того, для сварки на переменном токе применяют электроды со специальным покрытием или доподлинительно включают в цепь питания дуги источник тока высокой частоты — осциллятор. Под действием тепла дуги металл расплавляется. Количество расплавленного металла в единицу времени — производительность расплавления — прямо пропорционально силе сварочного тока. Не весь

Расплавленный металл используется для формирования сварного шва, часть (3—20%) теряется в результате утара и разбрызгивания. Коэффициент наплавки меньше коэффициента расплавления обычно на 1—3 г/А.ч.

Для сварщика ручной электродуговой сварки важно умение поддерживать при сварке определенную длину дуги (расстояние между концом электрода и дном сварочной ванны-кратера), которая должна быть  $l_d = (0,5-1,1) d_e$ , где  $d_e$  — диаметр электрода, мм. На обратной полярности длина дуги не должна превышать 2,5, а на переменном токе — 4 мм. Ее увеличение приводит к нарушению стабильности горения, снижению глубины проплавления основного металла, повышению потерь на утар и разбрызгивание, образованию шва с неровной поверхностью, увеличению вредного воздействия воздуха на расплавленный металл.

Одна из трудностей выполнения дуговой сварки — отклонение дуги под действием электромагнитных сил и потоков воздуха. Способы ослабления действия магнитного дутья и воздушных потоков на дугу: применение переменного тока, сварка на токах меньше 300 А, уменьшение длины дуги, сокращение расстояния от дуги до места подсоединения к свариваемому металлу обратного провода («сварочной земли»), подбор угла наклона электрода к металлу, уменьшающий магнитное дутье, защита дуги от ветра или сквозняка щитами, палатками, временными подкладками и т. д.

При обрыве дуги образуется кратер, в котором скапливаются неметаллические включения, возникает трещины, поэтому повторно дугу следует зажигать на основном металле, затем возвратиться на шов и хорошо проварить металл в месте образовавшегося кратера, после чего продолжить сварку.

Заканчивая сварку шва, электрод следует держать неподвижно до возникновения самопронизывающего обрыва дуги или укоротить ее до получения частых коротких замыканий, что обеспечит заглавление кратера.

### Ручная электродуговая сварка

Предназначена для наложения швов различного вида и назначения во всех пространственных положениях. Основной объем работ выполняется штучными электродами диаметром 3—5 мм при токе 150—200 А и напряжении на дуге 18—25 В. Глубина провара 2—3 мм.

Основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений приведены в ГОСТ 5264—80 (примеры см. в таблице на с. 102).

В соответствии с ГОСТ 5264—80 допускается смещение свариваемых кромок перед сваркой относительно друг друга в зависимости от толщины, не более:

Смещение, мм	Толщина, мм
0,5	До 4
1,0	4—10
0,1S но не более 3	10—100
0,01S + 2, но не более 4	Более 100

В стыковых, тавровых и угловых соединениях толщиной более 16 мм, выполняемых в монокристаллических условиях, допускается увеличение номинального значения зазора в собранном соединении до 4 мм с одновременным уменьшением значения угла скоса кромок на 3°.

При сварке в поперечных, отклонных от нижнего, допускается увеличение размера усиления стыкового шва не более: 10 мм для деталей толщиной до 60 мм, 20 мм — для деталей толщиной свыше 60 мм.

При выполнении двустороннего шва с полным проплавлением перед сваркой с обратной стороны корень шва должен быть расширен до чистого металла. Катеты углового шва должны быть установлены при проектировании сварного соединения, но не более 3 мм для деталей толщиной до 3 мм включи-

тельно и 1,2 толщины более тонкой детали при сварке деталей толщиной свыше 3 мм.

Предельные отклонения катетов углового шва от номинального значения должны соответствовать: +1 мм — при  $k \leq 5$  мм; +2 мм — при  $k \geq 6$  мм.

### Минимальные значения катета углового шва, мм

Предел текучести свариваемой стали, МПа	Минимальный катет при толщине более толстого из свариваемых элементов, мм									
	4	5	10	16	22	28	32	40	48	58
До 400	3	4	5	6	7	8	9	10	10	12
Свыше 400 до 450	4	5	6	7	8	9	10	10	12	12

При применении электродов с более высоким временным сопротивлением разрыву, чем у основного металла, катет углового шва в расчетном соединении может быть уменьшен.

### Катет углового шва, мм, при использовании электродов с повышенным временным сопротивлением разрыву

Катет углового шва для отношения временных сопротивлений металла шва к основному металлу	Катет углового шва для отношения временных сопротивлений металла шва к основному металлу									
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
4	4	4	4	3	3	13	12	11	10	9
5	5	4	4	4	4	14	13	12	11	10
6	6	5	5	5	5	15	14	13	12	11
7	7	6	6	6	6	16	15	14	13	12
8	7	7	7	6	6	17	15	14	13	12
9	8	7	7	7	7	18	17	15	14	13
10	9	8	8	8	8	19	17	16	15	14
11	10	9	9	9	9	20	18	17	16	14
12	11	10	10	9	9		18	17	16	14

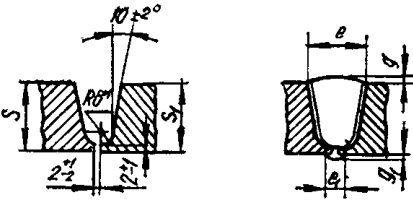
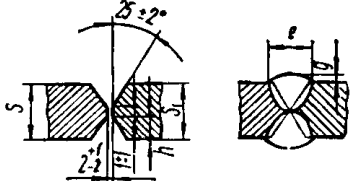
Допускается усиление или ослабление углового шва до 30% размера его катета, но не более 3 мм. При этом ослабление не должно приводить к уменьшению расчетного катета.

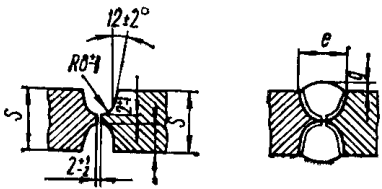
Допускается применять установленные ГОСТ 5264—80 основные типы сварных соединений, конструктивные элементы и размеры сварных соединений при сварке в углекислом газе электродной проволокой диаметром 0,8—1,4 мм (VII).

Основные типы, конструктивные элементы и размеры швов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (ГОСТ 5264—80)

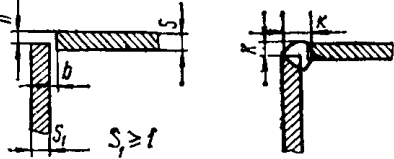
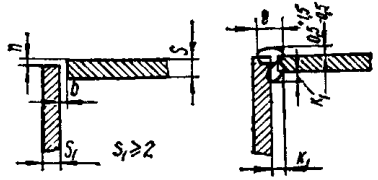
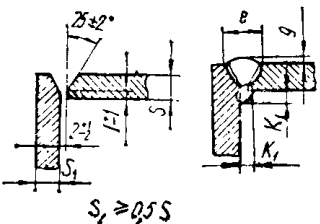
Стыковые соединения

Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм			
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	$S = S_1$	$b$	$e$ , не более	$g$
Односторонний без скоса кромок, С2			От 1,0 до 1,5 Свыше 1,5 до 3,0 Свыше 3,0 до 4,0	$0+0,5$ $1\pm 1,0$ $2^{+1,0}_{-0,5}$	6 7 8	$1,0\pm 0,5$ $1,5\pm 1,0$ $2,0\pm 1,0$
Односторонний на остающейся подкладке без скоса кромок, С5			От 1,0 до 1,5 Свыше 1,5 до 3,0 Свыше 3,0 до 4,0	$0+0,5$ $1+1,0$ $2^{+1,0}_{-0,5}$	6 7 8	$1,0\pm 0,5$ $1,5\pm 1,0$ $2,0\pm 1,0$
Двусторонний без скоса кромок, С7			2,0 Свыше 2,0 до 4,0 Свыше 4,0 до 5,0	$2\pm 1,0$ $2\pm 1,0$ $2^{+1,5}_{-1,0}$	8 9 10	$1,5\pm 1,0$ $1,5\pm 1,0$ $2,0\pm 1,0$
Двусторонний с двумя симметричными скосами одной кромки, С15			$S = S_1$	$e$	$g$	
			От 8 до 11 Свыше 11 до 14	$10\pm 2$ $12\pm 2$	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$	
			Свыше 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60	$14\pm 3$ $16\pm 3$ $18\pm 3$ $20\pm 3$ $22\pm 3$ $24\pm 3$ $26\pm 3$ $28\pm 3$ $30\pm 3$ $32\pm 3$ $34\pm 3$ $36\pm 3$	$0,5^{+2,0}_{-0,5}$	
Свыше 60 до 64 » 64 до 70 » 70 до 76 » 76 до 82 » 82 до 88 » 88 до 94 » 94 до 100	$39\pm 4$ $42\pm 4$ $45\pm 4$ $48\pm 4$ $51\pm 4$ $54\pm 4$ $58\pm 4$	$0,5^{+3,0}_{-0,5}$				
Двусторонний со скосом кромок, С21			$S = S_1$	$e$	$e_1$ (предельное отклонение $\pm 2$ )	$g = g_1$
			Свыше 3 до 5 » 5 до 8 » 8 до 11 » 11 до 14	$8\pm 2$ $12\pm 2$ $16\pm 2$ $19\pm 2$	8 8 10 10	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$
			Свыше 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28	$22\pm 3$ $26\pm 3$ $30\pm 3$ $34\pm 3$	10 10 10 10	$0,5^{+2,0}_{-0,5}$
			Свыше 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40	$38\pm 3$ $42\pm 3$ $47\pm 3$	10 12 12	$0,5^{+3,0}_{-0,5}$

Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм			
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	$S = S_1$	$e$	$e_1$ (предельное отклонение $\pm 2$ )	$g = g_1$
			Свыше 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60	52 ± 4 54 ± 4 54 ± 4 60 ± 4 65 ± 4	12 12 12 12 12	0,5 <sup>+3,0</sup> -0,5
Двусторонний с криволинейным скосом кромок С23			От 15 до 17 Свыше 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60	26 ± 3 28 ± 3 30 ± 3 32 ± 3 33 ± 3 34 ± 3 35 ± 4 36 ± 4 38 ± 4 40 ± 4 42 ± 4 44 ± 4	10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12	0,5 <sup>+2,0</sup> -0,5
			Свыше 60 до 64 » 64 до 70 » 70 до 76 » 76 до 82 » 82 до 88 » 88 до 94 » 94 до 100	46 ± 5 48 ± 5 50 ± 5 52 ± 5 54 ± 5 56 ± 5 60 ± 5	14 14 14 14 14 14 14	0,5 <sup>+3,0</sup> -0,5
Двусторонний с двумя симметричными скосами кромок, С25			$S = S_1$			$g$
			От 8 до 11 Свыше 11 до 14	10 ± 2 12 ± 2		0,5 <sup>+1,5</sup> -0,5
			Свыше 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60	14 ± 3 16 ± 3 18 ± 3 20 ± 3 22 ± 3 24 ± 3 26 ± 3 28 ± 3 30 ± 3 32 ± 3 34 ± 3 36 ± 3		0,5 <sup>+2,0</sup> -0,5
			Свыше 60 до 64 » 64 до 70 » 70 до 76 » 76 до 82 » 82 до 88 » 88 до 94 » 94 до 100 » 100 до 106 » 106 до 112 » 112 до 118 » 118 до 120	39 ± 4 42 ± 4 45 ± 4 48 ± 4 51 ± 4 54 ± 4 57 ± 4 60 ± 4 63 ± 4 66 ± 4 68 ± 4		0,5 <sup>+3,0</sup> -0,5

Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм		
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	$S = S_1$	$e$	$g$
Двусторонний с двумя симметричными криволинейными скосами кромок, С26			От 30 до 34	23±3	0,5 <sup>+2,0</sup> <sub>-0,5</sub>
			Свыше 34 до 38	24±3	
» 38 до 40	25±3				
» 42 до 46	26±3				
» 46 до 50	27±3				
» 50 до 54	28±3				
			» 54 до 60	29±3	
			Свыше 60 до 66	31±4	0,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-0,5</sub>
			» 66 до 72	33±4	
			» 72 до 78	34±4	
			» 78 до 84	36±4	
			» 84 до 90	38±4	
			» 90 до 96	40±4	
			» 96 до 100	42±4	
			» 100 до 108	44±4	
			» 108 до 116	46±4	
			» 116 до 124	48±4	
			» 124 до 132	50±5	
			» 132 до 140	52±5	
			» 140 до 148	54±5	
			» 148 до 156	56±5	
			» 156 до 164	60±5	
			» 164 до 170	64±5	
			» 170 до 175	65±5	

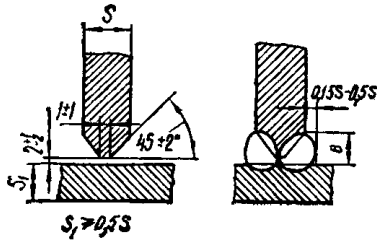
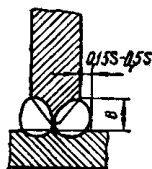
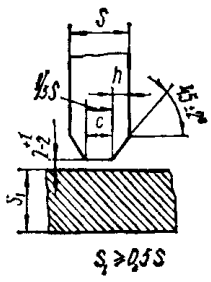
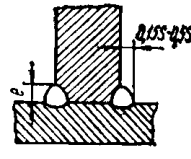
Угловые соединения

Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм			
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	$S$	$e$	$b$	$g$
Односторонний без скоса кромок, У4			От 1,0 до 1,5	Свыше 0,5S до S	0+0,5	
			Свыше 1,5 до 3,0			0+1,0
			» 3,0 до 30,0		0+2,0	
Двусторонний без скоса кромок, У5			От 2 до 3	От 0 до 0,5S	0+1	8
			Свыше 3 до 5		0+2	10
» 5 до 6	0+2	12				
» 6 до 8	0+2	14				
			От 2 до 3	Свыше 0,5S до S	0+1	—
			Свыше 3 до 30		0+2	—
Двусторонний со скосом кромок, У10			От 3 до 5	8±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>	
			Свыше 5 до 8			
» 8 до 11	16±2					
» 11 до 14	19±2					

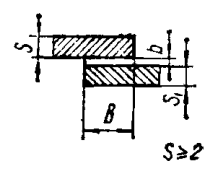
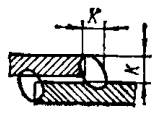
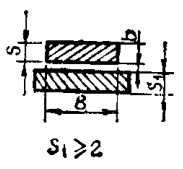
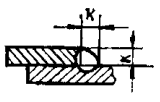
Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм		
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	S	e	g
Двусторонний со скосом кромок, У10			Свыше 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60	22 ± 3 26 ± 3 30 ± 3 34 ± 3 38 ± 3 42 ± 3 47 ± 3 52 ± 4 54 ± 4 56 ± 4 60 ± 4 65 ± 4	0,5 <sup>+2,0</sup> -0,5

Тавровые соединения

Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм	
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	S	b
Односторонний без скоса кромок, Т1			От 2 до 3 Свыше 3 до 15 » 15 до 40	0+1 0+2 0+3
Двусторонний без скоса кромок, Т3			От 2 до 3 Свыше 3 до 15 » 15 до 40	0+1 0+2 0+3
Двусторонний со скосом одной кромки, Т7			От 3 до 5 Свыше 5 до 8 » 8 до 11 » 11 до 14 » 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60	7 ± 2 10 ± 2 14 ± 2 18 ± 2 22 ± 3 26 ± 3 30 ± 3 33 ± 3 36 ± 3 40 ± 3 44 ± 3 47 ± 4 50 ± 4 54 ± 4 58 ± 4 62 ± 4

Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм	
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	S	e
Двусторонний с двумя симметричными скосами одной кромки, Т8			От 8 до 11 Свыше 11 до 14 » 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60 » 60 до 64 » 64 до 70 » 70 до 76 » 76 до 82 » 82 до 88 » 88 до 94 » 94 до 100	9 ± 2 11 ± 2 12 ± 3 14 ± 3 16 ± 3 18 ± 3 20 ± 3 22 ± 3 24 ± 3 26 ± 3 28 ± 3 30 ± 3 32 ± 3 34 ± 3 37 ± 4 40 ± 4 43 ± 4 46 ± 4 48 ± 4 52 ± 4 56 ± 4
Двусторонний с двумя симметричными скосами одной кромки, Т9			От 12 до 14 Свыше 14 до 17 » 17 до 20 » 20 до 24 » 24 до 28 » 28 до 32 » 32 до 36 » 36 до 40 » 40 до 44 » 44 до 48 » 48 до 52 » 52 до 56 » 56 до 60 » 60 до 64 » 64 до 70 » 70 до 76 » 76 до 82 » 82 до 88 » 88 до 94 » 94 до 100	8 ± 2 10 ± 3 12 ± 3 14 ± 3 16 ± 3 17 ± 3 18 ± 3 19 ± 3 20 ± 3 21 ± 3 22 ± 3 24 ± 3 26 ± 3 28 ± 4 30 ± 4 32 ± 4 34 ± 4 36 ± 4 38 ± 4 40 ± 4

Соединения внахлестку


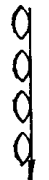
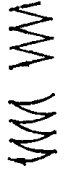


Характер выполнения, форма кромок, условное обозначение шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм		
	кромки свариваемых деталей	сварного шва	S	B	b
Односторонний без скоса кромок, Н1			От 2 до 5 Свыше 5 до 10 » 10 до 29 » 29 до 60	3—20 8—40 12—100 30—240	0+1,0 0+1,5 0+2,0 0+2,0
Двусторонний без скоса кромок, Н2			От 2 до 5 Свыше 5 до 10 » 10 до 29 » 29 до 60	3—20 8—40 12—100 30—240	0+1,0 0+1,5 0+2,0 0+2,0

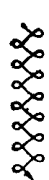




Ручная электродуговая сварка	Сварка в среде CO <sub>2</sub> проволокой диаметром, мм		Ручная электродуговая сварка	Сварка в среде CO <sub>2</sub> проволокой диаметром, мм	
	1,4—1,6	1,6—2		1,4—1,6	1,6—2
3—5	3	3	14	12	10
6	4	4	16	14	12
8	6	5	18	16	14
10	8	6	20	18	16
12	10	8	22	20	18
			24	22	20

Примечания: 1. Ручная электродуговая сварка электродами марок Э42, Э46, Э50. 2. Угловые соединения без скоса кромок.

**Техника перемещения конца электрода при сварке**

Способ перемещения	Характеристика	Применение
	Наложение неточных валиков без поперечных колебаний электрода. Ширина (0,8—1,5) d электрода	Сварка тонкого металла, заварка первого слоя в многослойной шве и подварка дефектов
	Возвратно-поступательное движение электрода	Короткие колебания применяются, если нужно немного увеличить ширину шва, что способствует дегазации ванны и улучшению внешнего вида шва. Длинные колебания используются при сварке в потолочном и вертикальном положениях
	Движения, не способствующие усилению прогреву кромок	Сварка в нижнем положении. Движение «полумесцем» (серповидное) рекомендуется для стыковых соединений без скоса кромок
	Движение способствует усилению прогреву кромок	Сварка стыковых швов со скосом кромок и угловых соединений в нижнем и вертикальном положениях
	Движение способствует усилению прогреву кромок	Сварка односторонних тавровых швов со скосом кромок

Способ перемещения	Характеристика	Применение
	Движения «восьмеркой», обеспечивающие прогрев обеих кромок	Выполнение угловых и стыковых швов за один проход
	Движения, способствующие прогреву одной кромок	Сварка элементов конструкции разной толщиной и т. п.
	Улучшается прогрев корня шва	Сварка различных соединений с толстым проваром корня шва

Примечание. При сварке с колебательными движениями ширина валика не должна превышать (2—4) d электрода

**Выбор диаметра электрода в зависимости от толщины металла**

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Назначение электрода
1—2	1—2	Сварка очень тонкого металла
3 и более	3	Наложение швов катетом 3 мм, заварка корня шва
4 и более	4	Сварка швов в вертикальной плоскости и потолочном положении, сварка чугуна, прихватка перед сваркой
4—8	4	Наложение швов катетом 4—5 мм, сварка 2-го и 3-го слоев в швах со скосом кромок
9—12	4—5	Сварка декоративного шва
13—15	5	То же, наложение швов катетом 6—8 мм
16—20	5—6	Наложение заплывающих слоев при сварке толстого металла в нижнем положении
Свыше 20	6	То же

Примечание. Не рекомендуется применять электрода диаметром 6 мм и более для сварки ответственных конструкций.

**Выбор силы сварочного тока в зависимости от условий сварки**

№ п/п	Условия сварки	Сила тока, А
1	Сварка в нижнем положении электродами диаметром 4—5 мм при толщине металла (1,5—3) d <sub>э</sub>	(40 ÷ 50) d <sub>э</sub>
2	То же, при сварке электродами диаметром до 4 и более 5 мм	(20 ÷ 6 d <sub>э</sub> ) d <sub>э</sub>
3	Сварка в нижнем положении, сварка чугуна и спечсталаей	(25 ÷ 35) d <sub>э</sub>

№ п/п	Условия сварки	Сила тока, А
4	Сварка металла толщиной менее 1,5 d <sub>э</sub>	Уменьшить на 10—15% по сравнению с п. 1
5	Сварка металла толщиной более 3,0 d <sub>э</sub>	Увеличить на 10—15% по сравнению с п. 1
6	Сварка в вертикальной плоскости	Уменьшить на 10—15% по сравнению с силой тока при сварке в нижнем положении
7	Сварка в поперечном положении	Увеличить на 15—20% по сравнению с силой тока при сварке в нижнем положении

Примечания: 1. Сила тока должна также соответствовать данным, указанным в паспорте на электроды.  
2. d<sub>э</sub> — диаметр электрода, мм.

**Рекомендуемое количество проходов при сварке конструкций в зависимости от толщины металла**

*Стыковые швы*

Толщина металла, мм	Угловые швы										
	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
Количество проходов (кроме подварочного)	1	1	1	1	2	2—3	3—4	4	4—5	5—6	5—6

*Угловые швы*

Толщина металла, мм	Угловые швы										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Количество проходов (кроме подварочного)	1	1	1	1	2	2—3	3—4	5	5—6	5—6	6—7

Примечание: Высота валика (0,8+1,2) d<sub>э</sub>, разбег между концами валиков 20—40 мм.

Одним из основных условий правильного выполнения швов является соблюдение правил их наложения по длине и толщине свариваемого металла (рис. 5—8).

При сварке многослойных швов перед наплавкой последующего слоя предыдущий очищают от шлака и брызг. Стыковые и угловые швы подваривают после заварки основного шва со стороны разделки. Перед подваркой очищают корень от шлака и пористого металла пневматическим рудильным инструментом, тонким шлифовальным кругом, кислородной или воздушно-дуговой поверхностной строжкой с образованием канавки, которая заполняется подварочным швом. Для вырезки корня шва и удаления дефектов в шве рекомендуются также

электроды АНР-2М, разрабатанные Институтом электросварки им. Е. О. Патона АН УССР. После строжки необходимо механическая зачистка канавки.

При выполнении сварочных работ должна быть обеспечена возможность наложения сварных швов в нижнем положении, так как эти швы наиболее надежны и наименее трудоемки. Предельные размеры выступающих деталей, при которых возможна сварка достаточно высокого качества, показаны на рис. 9.

Удаление дефектных мест, корня шва, снятие усиления рекомендуется осуществлять с помощью высокооборотных электрических шлифовальных машинок (WSBA-1400, ПП-230, ПП-178, ИЭ-2102А, ИЭ-2103А) и абразивных армированных кругов диаметром 230 и 180 мм и толщиной 3—6 мм. При обработке сварных соединений ослабление сечения (углубление в основном металле) не должно превышать 3% толщины металла, но не более 1 мм. Все ожоги поверхности металла должны быть также зачищены на глубину 0,5—1,5 мм.



Рис. 6. Сварка металла толщиной более 15—20 мм: а — однопроводная; б, в — многослойная или многопроходная.

**Особенности сварки тонколистовой стали.** Сварку выполняют без зазора. Используют массивные медные или бронзовые подкладки, стальные остающиеся подкладки и соединения с отбортовкой кромок. Иногда применяют нахлесточное соединение с подкладкой или в зазоре между листами располагают присадочную проволоку.

Возможна сварка электродами диаметром 3—4 мм на токе 90—180 А (при наклоне металла на 12—18°), сверху вниз без колебаний. Для сварки употребляют специальные электроды (ТМ-2, ОМА-2 и др.), сварочные преобразователи с повышенным напряжением холодного хода, допускающие регулировку на малых токах (например, ПСО-120), сварочные выпрямители типа ВД-101, источник переменного тока со стабилизатором («Разряд-250»), осциллятором или устройством поджига дуги УПД-1М (перт. Об. 1948—01УЧ) в комплекте с блоком коммутации СУ-139, разработанные Институтом электросварки им. Е. О. Па-

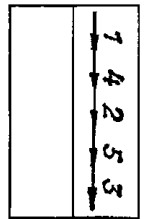
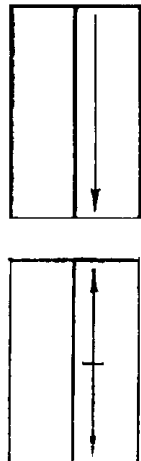


Рис. 5. Последовательность наложения швов при сварке: а — напроход; б — от середины к краям; в — обратноступенчатый шов от середины к краям; в — разброс (длина ступени 100—350 мм).

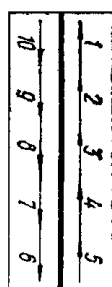


Рис. 7. Последовательность наложения двухслойных швов.

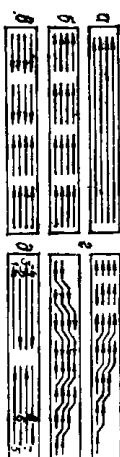


Рис. 8. Последовательность наложения слоев в многопроходных швах при сварке: а — напроход; б, в — обратноступенчатый шов; г — каскадом; д — блоками.

тону (например, ПСО-120), сварочные выпрямители типа ВД-101, источник переменного тока со стабилизатором («Разряд-250»), осциллятором или устройством поджига дуги УПД-1М (перт. Об. 1948—01УЧ) в комплекте с блоком коммутации СУ-139, разработанные Институтом электросварки им. Е. О. Па-

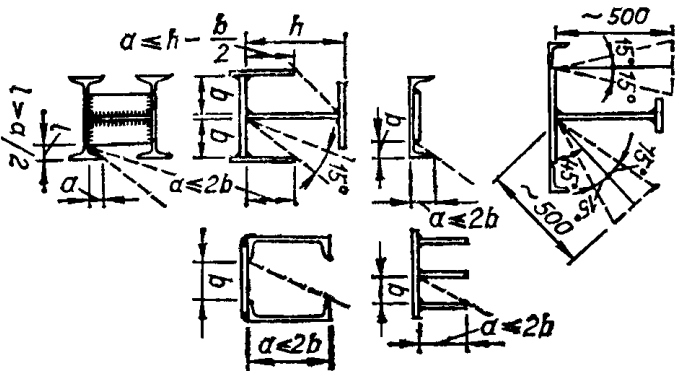


Рис. 9. Пределные размеры выступающих деталей при сварке различных конструкций.

**Режимы сварки стыковых соединений тонкой стали без сноса кромок**

Толщина, мм	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Диаметр электрода, мм	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0
Сила тока, А	10—20	25—35	30—50	45—70	60—100

Листях стальной. Кратеры тщательно заглавливают, обеспечивая плавный переход шва к основному металлу.

При толщине металла более 6 мм накладывают многослойные швы, причем среднеуглеродистые и низколегированные (10ХСНД, 15ХСНД и т. п.) стали сваривают с большим, а стали типа хромансиль — с минимальным интервалом между наложением слоев, не прерывая сварку до заполнения ступени по всей толщине. Последним накладывают отжигающий валик, который должен отстоять на 2—3 мм от основного металла.

Конструкции из сталей, подвергавшихся закалке после сварки, должны пройти термообработку. Для сталей типа хромансиль рекомендуется нагрев до 650—680°С с выдержкой в течение 1 ч на каждые 25 мм толщины и охлаждение на воздухе или в горячей воде. Предварительный подогрев и термообработка после сварки необходимы для всех сталей, имеющих после сварки твердость в зоне термического влияния 250 единиц по Бринеллю и выше. В настоящее время для снятия статических напряжений после сварки находят применение две технологии обработки взрывом.

**Сварка теплоустойчивых молибденовых и хромомолибденовых сталей.** Сборку конструкций выполняют без подкладных колец, с помощью приспособлений, исключаяших прихватку или сводящих количество прихваток к минимуму. Разделка кромок желательна с криволинейным скосом.

Перед сваркой при толщине металла 10 мм и более необходим обязательный, а в процессе сварки — сопутствующий подогрев. Сопутствующий подогрев исключается только в случаях, когда сварка ведут два сварщика. Сварка выполняется постоянным током обратной полярности  $I = (35-40)d$ .

При толщине металла 5—6 мм и более шов заполняют многослойно. При сварке вертикальных стыков металла толщиной более 30 мм и всех горизонтальных стыков усиление шва выполняют несколькими валиками. Замкающим является отжигающий валик. Необходимо защита места сварки от атмосферных воздействий. После окончания сварки требуется термообработка в режиме высокого отпуска.

**Сварка высоколегированных сталей.** Сварку выполняют специальными электродами на постоянном токе обратной полярности, на 10—20% меньше, чем для низкоуглеродистых сталей. Хромистые стали можно сваривать аустенитными электродами. Для сварки применяют укороченные электроды малого диаметра. Корень шва заваривают электродами диаметром 2—3 мм.

Сваривают короткой дугой без поперечных колебаний электрода на повышенной скорости, накладывают многослойные швы с большим интервалом времени между наложением отдельных слоев. Аустенитные стали при сварке усиленно охлаждаются. Швы аустенитных сталей, обращенные к агрессивной среде, сваривают в последнюю очередь. Дугу зажимают на шве, кратеры тщательно заглавливают. При сварке аустенитных сталей особенно надежно приреплируют (но не приваривают) к изделию обратный провод.

Хромистые стали сваривают с подогревом до 200—400°С, после сварки охлаждают до 150—200°С и дают высокой отпуск (нагрев в печи до 720—750°С с выдержкой в течение 5 мин на 1 мм толщины, но не менее 1 ч, с последующим охлаждением на спокойном воздухе. При содержании хрома 17—20% выдержку увеличивают до 10 мин на каждый миллиметр толщины). Окислостойкие стали после сварки отпускают при 250°С. Ферритные стали (Х25 и Х30) нагревают до 800—850°С и охлаждают в воде. Термообработку аустенитных сталей выполняют только для выравнивания структуры шва и основного металла и для ликвидации опасности возникновения межкристаллитной коррозии (стабилизирующий отжиг-нагрев в течение 2—3 ч при 850—900 или закалка в воде после нагрева до 1050—1100°С). Высокомарганцовистую аустенитную сталь (Г13Л) сваривают в закаленном состоянии, которое определяют с помощью магнита (закаленная сталь немагнитна). Аустенитные стали подвержены сильному короблению, поэтому их сваривают с применением различных зажимов, обратнотупенчатого способа и т. п.

**Режимы сварки высоколегированных сталей**

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А, в положениях		
		нижнем	вертикальном	потолочном
1,5	2	30—50	30—40	30—40
2—5	3	60—90	45—75	50—80
4—10	4	90—140	70—120	80—120
5—12	5	110—160	80—130	90—130

**Сварка алюминия и его сплавов.** При сварке угловыми электродами прихватку кромок следует выполнять после подогрева до 200—250°С. Металл толщиной до 20 мм можно сваривать без разделки кромок. Металл толщиной до 10 мм сваривают без подогрева. При большей толщине необходим подогрев до 100—400°С. Присадочные прутки (чаще АК) и флюсы применяют те же, что и при газовой сварке (см. «Газовая сварка и резка»).

Сварку металлизеским электродом ведут на обратной полярности. Дуга короткая. Рекомендуется вести сварку на стальных подкладках. После разогрева детали силу тока можно снизить на 10—15%. Зазор в стыке в отличие от сварки угловыми электродами (0,5—0,7 толщины) должен быть не более 0,5—1 мм. При смене электродов кратер нужно вывести в сторону, а дугу зажимать на уложенном шве.

Перед сваркой поверхность металла обезжиривают растворителями (бензином, уайт-спиритом, ацетоном и т. п.), удаляют окисную пленку зачисткой или травлением в течение 0,5—1 мин раствором едкого натра технического 45—55 г и натрия фтористого технического 40—50 г в 1 л воды, промывают водой,

нейтрализуют 1—2 мин в 25—30%-ном растворе азотной кислоты, промывают в проточной, а затем горячей воде и сушат. После сварки остатки флюса и по- кратный смывают горячей водой.

**Режимы сварки алюминия и его сплавов**

Угольным (графитовым) электродом	Металлическим электродом						
	Толщина металла, мм	Диаметр при- садочной проволоки, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А (в нижнем положении)			
2—5	1—6	8	120—200	1—3	—	3	80—130
5—10	5—7	10	200—280	3—5	—	4	150—180
10—15	7—10	12	280—350	5—8	—	5	250—320
15 и более	10—12	15	350—450	8—10	—	6	300—350
				10—15	—	8	350—400
				15 и более	—	10	400—450

Сварка меди и латуни. Угольным электродом медь и латунь сваривают при напряжении дуги 30—40 В в нижнем положении на графитовых или стальных подкладках. При сварке металла толщиной более 5 мм его подогревают до 200—300° С. Флюс наносят на присадочные прутки и перед сваркой подсыпают в раздельку. Электрод держат под углом 70—90° к свариваемому металлу и ведут возвратно-поступательно. Сваривают быстро, по возможности в один проход.

**Механизированная сварка под флюсом**

**Влияние режима и техники сварки на форму, размеры и состав шва**

Характеристика	сварочного тока	диаметра сварочной проволоки	Изменение характеристик		
			напряжения на дуге, В	скорости	
Глубина про- вара, $h_p$	Интенсивно увеличивается	Уменьшает- ся	Немного увеличивается	Немного уменьшается	Не изменяет- ся
Ширина про- вара, $b$	Немного увеличивается	Увеличива- ется	Интенсивно увеличивается	Уменьшается	Уменьшается
Высота уси- лення, $h_a$	Интенсивно увеличивается	Уменьшает- ся	Уменьшает- ся	Немного увеличивается	Немного увеличивается
Коэффициент формы $\phi = \frac{h_p}{h_a}$	Интенсивно уменьшается	Увеличива- ется	Увеличива- ется	Интенсивно уменьшается	Уменьшает- ся
Соотноше- ние, $\frac{h_p}{h_a}$	То же	То же	То же	То же	То же
Доля основ- ного метал- ла в ме- талле шва	Интенсивно уменьшается	Уменьшает- ся	Немного увеличивается	Практически не изменяет- ся	Интенсивно увеличивается

Сварку металлическим электродом ведут на обратной полярности. Латунь толщиной 5—15 мм сваривают на прямой полярности при силе тока 250—280 А для электрода диаметром 5 мм. При толщине 5—10 мм нужен односто- ронний скос кромок. При больших толщинах—двусторонний, а для латуни— криволинейный скос. При толщине меди более 20 мм ее подогревают до 700—750° С. Прокровка шва и переходной зоны в холодном (S до 5 мм) или горячем состоянии, при 300—400° С, уплотняет металл и измельчает зерно. После сварки медь отжигают нагревом до 500—600° С и охлаждением в воде, а латунь большой толщины нагревают до 600—700° С и медленно охлаждают. Повышение электропроводности меди достигается при сварке в инертном газе или под флюсом.

**Режимы сварки меди и латуни**

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Толщина металла, мм		Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А
			Угольным электродом	Металлическим электродом		
1	5	140—190	2	3	3	120—150
2	6	190—250	3	4	3—4	160—210
4	6	220—300	4	5	4	240—280
6	8	280—400	5	6	5	300—350
8	8	300—450	6	7	5—6	330—380
10	10	400—500	7	8	5—7	350—420
12	10—12	490—650	8	8	6—8	420—550

шва при увеличении	Углы наклона наделки				зазора и угла раздельки кро- мки	размера зерен флюса
	сварки, м/ч	угла наклона сварочной проволоки	сварки «на спуске»	сварки «на подъеме»		
Уменьшает- ся	Интенсивно уменьшается	Уменьшает- ся	Немного увеличивается	Незначитель- но увеличива- ется	Немного уменьшается	
То же	Увеличива- ется	Увеличива- ется	Немного уменьшается	Немного увеличивается	Немного увеличивается	
Немного увеличивается	Уменьшает- ся	Уменьшает- ся	Увеличива- ется	Уменьшает- ся	Немного уменьшается	
Увеличива- ется	Интенсивно увеличивается	Увеличива- ется	Уменьшает- ся	Незначитель- но уменьша- ется	Увеличива- ется	
Уменьшает- ся	То же	То же	То же	Увеличива- ется	То же	
Увеличива- ется	Уменьшает- ся	Уменьшает- ся	Уменьшает- ся	Уменьшается	Немного уменьшается	

**Сила тока, А, обеспечивающая одинаковую глубину проплавления металла, в зависимости от диаметра сварочной проволоки**

Диаметр проволоки, мм	Глубина проплавления, мм									
	3	4	5	6	8	10	12			
5	450	500	550	600	725	825	930			
4	375	425	500	550	675	800	925			
3	300	350	400	500	625	750	875			
2	200	300	350	400	500	600	700			

Примечание. Флюс марки АН-348А и проволока марки Са-08.

**Рекомендуемое сочетание «проволока-флюс»**

Диаметр проволоки, мм	Марка	
	флюса	проволоки
АН-348А	Св-08А, Св-08АД, Св-08ГА	
АН-22	Св-08ХМ, Св-08МХ	
АН-47	Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08МХ	

**Режимы сварки стыковых соединений без разделки кромок по ручной подварке корки шва**

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч
6	0-1,5	600	34-36	54	54,6
8	0-2,0	650	34-36	46	60,7
10	0-2,0	750	34-36	40	75,5
12	0-2,5	800	36-38	34	83,2
14	0-2,5	900	36-38	28	95,2
16	0-3,0	950	38-40	26	103,0

Примечание. Диаметр электродной проволоки 5 мм. Подварку выполняют штучными электродами на 1/3 толщины металла (V). Вместо ручной можно применить подварку в углекислом газе или порошковой проволокой без разделки.

**Режимы односторонней сварки стыковых швов без скоса кромок на флюсовой подушке**

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Давление воздуха в шланге флюсовой подушки, МПа
3	0-1,5	1,6	275-300	28-30	30-35	0,08
3	0-1,5	2	300-325	28-30	40-45	0,08
5	0-2,5	2	425-450	32-34	30-35	0,1-0,15
5	0-2,5	4	575-625	32-36	40-45	0,1-0,15
8	0-3	4	725-775	32-36	30-35	0,1-0,15

Примечание. Для флюсовой подушки применяется флюс мелкой грануляции.

Новым способом односторонней сварки стыковых соединений является наложение швов на специальной гибкой прижимывающейся ленте, расположенной с обратной стороны стыка (рекомендуется для монтажных условий).

**Техническая характеристика гибкой ленты**

Пределная толщина свариваемого металла, мм	18-20
Максимальный сварочный ток, А	800
Толщина формующего материала, мм	8

Разработчики: Институт электросварки им. Е. О. Патона, АН УССР, Киевский филиал НИИ резиновых и латексных изделий, Херсонское производственное объединение

**Режимы сварки швов без скоса кромок (с обязательными зазором) на флюсовой подушке**

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Вид шва	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
10	3-4	Односторонний	700-750	34-36	30
12	4-5	То же	750-800	36-40	27
14	4-5	Двусторонний	850-900	36-40	25
14	3-4	Односторонний	700-750	24-36	30
16	5-6	Двусторонний	900-950	38-42	20
16	3-4	Односторонний	700-750	34-36	27
18	5-6	Двусторонний	900-950	40-44	17
18	3-8	То же	800-850	36-40	27
20	5-6	Двусторонний	950-1000	40-44	15
20	3-5	То же	850-900	36-40	16
30	6-7	Двусторонний	950-1000	40-44	12
40	8-9	То же	1000-1200	40-44	12
50	10-11	То же	1200-1300	44-48	10

Примечание. Первый шов сваривают проволокой диаметром 5 мм на флюсовой подушке, второй — без флюсовой подушки

**Режимы сварки двусторонних швов со скосом кромок**

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Угол скоса кромок, град	Притупление кромок, мм	Зазор	Номер шва	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
14	V-образная	50	3-5	1-3	1	830-850	36-38	25
18	"	60	6-8	1-3	2	600-620	36-38	45
22	"	60	7-9	1-3	1	830-850	36-38	45
30	X-образная	50	5-7	1-4	2	600-620	36-38	18
					1	1000-1100	36-40	18
					2	900-1000	36-38	20

Примечание. Первый шов выполняется на флюсовой подушке.

Катет шва, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Катет шва, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
6	2	450—475	34—36	40	10	2	475—525	34—36	20
	5	600—700	34—36	40		3	600—650	34—36	23
	2	475—595	34—36	28		4	650—700	34—36	23
	3	550—600	34—36	30		5	750—800	34—36	25
	4	575—625	34—36	30		2	475—525	34—36	14
8	3	550—600	34—36	30	12	3	600—650	34—36	15
	4	575—625	34—36	32		4	600—650	34—36	20
	5	700—750	34—36	32		5	725—775	36—38	18
						3	475—525	34—36	14
						4	600—650	34—36	15

Режимы сварки угловых швов при вертикальном положении стенки

Катет шва, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Катет шва, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
3	2	200—220	25—28	60	5	4	425—475	28—30	50
	4	280—300	28—30	55		2	375—400	30—32	28
	2	340—360	28—30	55		3	500—550	30—32	48
	3	375—400	30—32	55		4	650—700	32—36	50
	5	425—475	28—30	55		7			

Примечания. 1. Флюс марки АН-348А мелкой granulности.  
 2. Наклон электрода к вертикали 30° с некоторым смещением к горнявотальной ленте.  
 3. Ток постоянный для проволоки диаметром 2 мм, в остальных случаях возможно использование переменного тока.

Режимы сварки нахлесточных соединений способом оплавления кромок

Толщина верхнего листа, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
4	5	550—600	26—28	60
		550—600	30—32	40
		700—750	34—36	26

Свариваемый металл	Рекомендации для сварки
Углеродистые стали ( $C \geq 0,30\%$ )	Сваривать постоянным током обратной полярности проволокой диаметром 2—3 мм. Перед сваркой металл подогревать. Уменьшать скорость сварки и остывания металла. Применять двухступенчатую сварку раздельными дугами и сварку с попережными колебаниями электрода. Глубина провара должна быть меньше ширины. Проволоку и флюс следует использовать те же, что и для низкоуглеродистых сталей.
Низколегированные стали марок 10ХСНД, 15ХСНД, 10Г2С1, 14ХГС, 09Г2, 14Г2, 09Г2С	Сваривать под обычными флюсами проволокой, депированной марганцем (Св-10Г2, и т. п.). При повышенном содержании кремния в стали применяют флюс марки АН-10, для скорости сварки — АН-60. При содержании углерода выше 0,25% и наличии жестких закреплений сталь подогревать до 150—250° С. После сварки — отпуск при 550—650° С. Режимы сварки аналогичны режимам для углеродистых сталей.
Коррозионностойкие стали	Металл до 12, а нити до 20 мм толщиной сваривать без газдепки кромок. Особенности автоматической сварки этих сталей те же, что и ручной. Сила тока 400—700 А, напряжение на дуге 30—40 В. Флюсы марок ФЦЛ-2, АН-26, проволока марок Св-02Х19Н9, Св-04Х19Н9С2, Св-06Х19Н9Г1.
Окалиностойкие стали	Применять: флюсы марок ФЦЛ-2, АН-26; проволоки марок Св-13Х25Н18, Св-07Х25Н13, Св-10Х20Н15; ток постоянный, обратной полярности, силой 500—800 А, при напряжении на дуге 30—40 В. Термообработку для снятия напряжений производить при 650°, а для изменения структуры при 950—1100° С.
Медь — стыковые и угловые швы при толщине материала от 2 мм и выше	Применять: флюсы марок ОСЦ-45, АН-348А, АН-20, нагретую проволоку диаметром марок М-1, М-2, М-3, БРКМЦ-1 диаметром 1,4—4 мм; ток постоянный обратной полярности силой 100 А на 1 мм диаметра электрода; напряжение на дуге 38—40 В, скорость сварки 15—25 м/ч. Металл толщиной до 8 мм перед сваркой не подогревать.
Латуны — листы толщиной 4—16 мм	Применять: флюсы марок АН-348М, ОСЦ-45 с добавкой 10% борной кислоты и 20% кальцинированной соды, предварительно сплавленных между собой; сварочную проволоку марок М-1, М-2, М-3, ЛК62-05. Сваривать постоянным током прямой полярности силой 250—480 А проволокой диаметром 2 мм. Напряжение на дуге 30—42 В. Собирать листы без зазора для односторонней сварки на флюсовой подушке, на латуновой или асбестовой подкладке.

Электрошлаковая сварка

Механизированный процесс безадуговой сварки под флюсом обычно выполняется при вертикальном положении шва. Применяется в строительстве для получения прямодлинейных и криволинейных швов при изготовлении и укрупнительной сборке толстостенных конструкций (минимальная толщина деталей 25—30 мм).

Параметры электрошлаковой сварки стыковых соединений из низкоуглеродистых и низколегированных сталей проволочными электродами следующие:

Зазор, мм	26
расчетный сварочный	28—30
Допускаемое смещение кромок, мм	2—3
Диаметр сварочной проволоки (Св-10Г2, Св-08Г2), мм	3
Усилие шва, мм	4—10
Скорость подачи проволоки, м/ч	250
Напряжение, В	32—56
Ширина шлаковой ванны, мм	30—60
«Сухой» вылет электрода, мм	70—90

Для сварки используются флюсы марок АН-8 и АН-8М. В начале процесса рекомендуется флюс марки АН-25. В верхней части стыка зазор увеличивают на 2—4 мм на каждый метр длины стыка. Сварку выполняют с помощью водоохлаждаемых ползунов, медных или стальных остающихся подкладок, входов и выходов планок. Сварочный ток постоянный и переменной.

### Дуговая сварка в защитных газах

Сварку можно выполнять плавящимся и неплавящимся электродами, с присадкой и без присадки. Специфические особенности способа и широкий диапазон защитных газов обуславливают широкую область его применения как в отношении свариваемых металлов так и их толщины. К недостаткам способа следует отнести необходимость использования часто дефицитных газов и создания условий, предотвращающих их сдувание в процессе сварки, а также необходимость применения газовой аппаратуры (баллонов, редукторов и т. д.).

При аргонодуговой сварке на постоянном токе дугу зажигают прикосновением электрода к изделию с последующим отводом или без прикосновения, с помощью осциллятора. На переменном токе дугу зажигают на угольной (графитовой) пластинке. Сваривают во всех пространственных положениях правым и левым способом. Угол наклона электрода к изделию должен быть 60—80°, а присадочной проволоки 10—12°. Присадочный пруток выдают в ореол пламени (но не столб дуги) в начале сварочной ванны. При обрыве дуги прутки держат под защитой аргона до потемнения. Перемещение прутка при сварке малых толщин — возвратно-поступательное, а при сварке со скосом кромок — серповидное. Газ открывают за 2—3 с до зажигания дуги и закрывают после остывания электрода. Металл толщиной до 3 мм сваривают в один слой, 3,5—5 мм — в два слоя, 6—8 мм — в три. Перед сваркой выкладывают прихватки длиной 5—10 и высотой 1—1,5 мм.

Механизированную сварку в аргононеплавящихся стержнях плавящимся электродом ведут после прихватки неплавящимся электродом без присадочной проволоки. Перед сваркой прихватки зачищают щеткой из нержавеющей стали. Сваривают на постоянном токе обратной полярности. На качество швов большое влияние оказывает вылет электрода: при его увеличении повышается количество расплавленного металла; при уменьшении — повышается стабильность дуги, но увеличивается разбрызгивание газового сошла. Вертикальные швы сваривают обычно «на спуск», горизонтальные — с наклоном горелки вниз от горизонтальной оси, без поперечных колебаний, потогонные — вертикальным электродом или с наклоном электрода «у углом назад» и с поперечными колебаниями.

В качестве неплавящегося электрода применяют прутки из чистого вольфрама, вольфрама с присадками оксидов лантана и иттрия, которые облегчают зажигание и поддерживают горение дуги, повышают стойкость электрода.

При сварке на переменном токе рабочий концы электрода затачивают в виде полусферы, при сварке на постоянном токе — под углом 60° на длине 2—3 диаметров или в виде четырехугольной пирамиды.

### Рекомендуемая область применения дуговой сварки в защитных газах

Способ сварки	Защитный газ	Ток	Основной металл	Толщина, мм	Свариваемые конструкции
Механизированная и частично механизированная плавящимся электродом	Углекислый газ, смесь аргона с углекислым газом (до 10%), смесь углекислого газа с кислородом (до 30%). Аргон 2-го сорта	Постоянный, обратной полярности	Углеродистые и низколегированные стали	0,5	Решетчатые и листовые конструкции, трубопроводы и монтажные швы негабаритной аппаратуры
Механизированная, частично механизированная и ручная угольным электродом	Углекислый газ	Постоянный, прямой полярности	То же	0,5—3,0	Тонколистовые конструкции и трубы
Ручная, неплавящимся электродом	Аргон 2-го сорта	Постоянный, прямой полярности	»	8	Корень шва толстостенных трубопроводов
Ручная, механизированная и частично механизированная неплавящимся электродом	Для нержавеющей аргона 2-го сорта, смесь аргона и гелия, для жаропрочных аргона 1-го сорта и гелий	Постоянный, прямой полярности и переменный	Нержавеющие и жаропрочные легированные стали	1 и более	Листовые конструкции толщиной до 3 мм, трубопроводы с толщиной стенки до 10 мм
Механизированная и частично механизированная, плавящимся электродом	Для нержавеющей аргона 2-го сорта, гелий, углекислый газ, смесь аргона с углекислым газом (10%)	Постоянный, обратной полярности	То же	0,5 мм и более	Листовые конструкции, трубопроводы и монтажные швы негабаритной аппаратуры

Способ сварки	Защитный газ	Ток	Основной металл	Толщина, мм	Свариваемые конструкции
Ручная и механизированная, неплавящимся электродом	Аргон 2-го сорта, гелий	Постоянный, прямой полярности и переменный	Медь и ее сплавы	То же	Листовые конструкции и трубопроводы
Механизированная и частично механизированная, неплавящимся электродом	Аргон 2-го сорта, гелий, смесь аргона и азота (20—30%)	Постоянный, обратной полярности	То же	3 и более	Листовые конструкции и трубопроводы
Ручная и механизированная, неплавящимся электродом	Аргон 1-го сорта	Переменный	Алюминий и его сплавы	0,5—15	Решетчатые и листовые конструкции, трубопроводы и монтажные швы негабаритной аппаратуры
Механизированная и частично механизированная, плавящимся электродом	Аргон 1-го и 2-го сортов, смесь аргона и гелия	Постоянный, обратной полярности	То же	2 мм и более	Решетчатые и листовые конструкции, трубопроводы и монтажные швы негабаритной аппаратуры
Ручная и механизированная, неплавящимся электродом	Аргон высшего сорта	Постоянный, прямой полярности	Титан и его сплавы	0,5 и более	То же
Механизированная и частично механизированная, плавящимся электродом	Аргон высшего и 1-го сортов	Постоянный обратной полярности	То же	3 мм и более	»

Примечание. Постоянный ток может быть заменен переменным при использовании устройств поджига дуги или других стабилизаторов.

Ток	Защитный газ	Сила тока, А, при диаметре электрода, мм					
		1	2	3	4	5	6
Переменный	Аргон	10—75	40—90	90—150	150—220	220—300	300—400
Постоянная полярности	Гелий	10—40	30—60	60—120	100—180	150—200	200—350
	Аргон	20—55	65—100	200—300	300—400	350—400	300—450
Постоянная обратная полярности	Гелий	10—50	50—80	150—200	200—300	300—350	300—400
	Аргон	10—10	10—30	20—40	40—80	60—100	80—130
	Гелий	До 10	10—20	15—30	20—60	30—75	40—100

Примечание. Большие значения силы тока соответствуют электродам с присадками.

**Режимы ручной дуговой сварки в аргоне высоколегированных сталей неплавящимся электродом диаметром 2 мм**

Толщина металла, мм	Тип соединения	Конструктивные элементы подготовки кромок	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сила тока, А	Расход аргона, л/мин
1,0	Стыковое с отбортовкой	Высота отбортовки (2 ÷ 2,5) S	1,6—2	35—60	4—5
1,5	Одного или двух листов		1,6—2	45—80	4—5
2,0			1,6—2	75—120	5—6
3,0			1,6—2	100—140	6—7
1,0	Стыковое без скоса кромок с подечей или наложением на стык присадки	Зазор (0 ÷ 0,2) S	1,6	40—70	4—5
1,5			1,6	50—85	4—5
2,0			1,6	80—130	5—6
3,0			1,6—2	100—150	6—7
≥ 4	Стыковое с U-образными или криволинейным скосом кромок (корневой шов)	В зазоре проволочное кольцо триовидного сечения	3	100—120	5—6
≥ 4	Стыковое с U-образным скосом кромок (корневой шов)	Зазор 0,5—1,5, при угле ленте 0,5—2,5, угол скоса 40—50°	3	150—200	6—8
1,0	Нахлесточное	Перекрытие (2 ÷ 2,5) S	1,6	40—60	3—4
2,0			2	80—110	5—6
1,5	Тавровое	Зазор (0 ÷ 0,2) S	1,6	40—60	3—4
1,0	Угловое	То же	1,6	45—50	3—4

Примечание. Длина дуги 2—3 мм. Напряжение на дуге 12—15 В. Давление газа 0,01—0,03 МПа (0,1—0,3 кгс/см<sup>2</sup>). Вылет электрода 3—5 мм, а при сварке соединений стыковых со скосом кромок и угловых 5—7 мм. Применять левый способ сварки.

Оптимальные значения силы тока в зависимости от диаметра высоколегированных электродов



**Режимы частично механизированной аргонодуговой сварки (полуавтоматической) высоколегированных сталей неплавящимся электродом**

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Зазор, мм	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход аргона, л/мин
			вольфрамового электрода	присадочной проволоки			
0,8	Без скоса	0-0,2	1,5	1,0	60-70	30-35	5-6
1,0	То же	0-0,2	1,5	1,6	70-80	20-23	5-6
1,5	»	0-0,3	2,0	1,6	135-150	30-32	6-7
2,0	»	0-0,3	2,0	2,0	160-180	25-26	6-7
3,0	V-образная, угол 40°	0-0,4	2,5	2,0	190-200*	19-24	7-9
4,0	То же	0-0,4	2,5	2,0	180-190	12-13	7-9
					170-185*		
					160-175*		

*Нижнее подожжение*

*Вертикальное подожжение*

0,8	Без скоса	0-0,2	1,5	1,0	60-70	32-35	5-6
1,2	То же	0-0,2	2,0	1,6	75-95	19-20	6-7
2,0	»	0-0,3	2,0-2,5	1,6	180-200	25-30	6-7
3,0	V-образная, угол 40°	0-0,4	2,5	1,6	190-200	19-24	7-9
4,0	То же	0-0,4	2,5	1,6	180-190*	10-15	7-9
					190-200		
					180-200*		

\* Второй проход.

**Режимы ручной аргонодуговой сварки алюминия вольфрамовым электродом**

Толщина металла, мм	Стыковые соединения		Сварка по отбортовке	
	без присадки	с присадкой	Сварочный ток, А	Расход газа, л/мин
0,8	45-55	—	40-45	4-5
1,0	50-65	4-5	45-55	4-5
1,2	60-70	5-6	55-70	5-6
1,5	70-90	7-8	70-85	7-8
2,0	90-100	7-8	—	—
3,0	110-120	8-9	—	—

*На стыковой подкладке*

*На остывающей подкладке*

1,5	—	60-80	5-6	—	—
2,0	—	90-110	7-8	—	—
2,5	—	110-130	8-9	—	—
3,0	—	140-160	8-9	—	—

Примечание. Перед сваркой кромок тщательно очищают от загрязнений и окисной пленки. Прихватку выполняют также в среде аргона. Длина прихватки (12+20) С. Сварку производят на переменном токе; металл толщиной до 2 мм — также на постоянном токе обратной полярности. Напряжение на дуге 11-15 В. Длина дуги 1,5-3 мм. Наклепываемые и тавровые соединения сваривают правым способом, остальные — левым. Стыковые швы сваривают на подкладке из меди или нержавеющей стали с канавкой глубиной 1-2 мм и шириной 4-6 мм. При сварке «на весу» сила тока на 15-20% ниже, необходим поддув газа. Присадка — проволока той же марки, что и свариваемый металл.

**Режимы механизированной аргонодуговой сварки алюминия неплавящимся электродом в нижнем положении**

Тип соединения	Толщина металла, мм	Диаметр, мм		Скорость, м/ч	подача проволоки	Сварочный ток, А	Номер прохода	Расход аргона, л/мин
		электрода	присадочной проволоки					
Стыковое без скоса кромок и присадки	1	2	—	25-50	—	40-70	1	5-6
	2	3	—	20-40	—	80-100	1	7-8
	3	4	—	15-30	—	150-200	1	8-9
Стыковое без скоса кромок с присадкой	1	2	1,0	20-60	40-80	60-100	1	5-6
	2	3	1,5	20-40	30-60	115-140	1	7-8
	3	4	1,5	15-30	50-80	160-120	1	8-9
Стыковое с V-образным скосом кромок	4	4	2,5	8-15	20-30	240-260	1	12-15
	4	4	2,5	8-15	20-30	240-260	1	12-15
	6	4	2,5	6-15	20-35	240-260	2	12-15

**Режимы частично механизированной аргонодуговой сварки стыковых соединений сталей плавящимся электродом**

Толщина стелни тру-бы, мм	Подготовка кромок	Число слоев	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин
1,5	Без скоса	1	0,8-1,0	90-110	6-8
2,5	То же	1	1,0	140-180	6-8
3,0	»	1	1,0-1,6	150-250	6-8
4,0	»	1	1,0-1,6	160-300	7-9
6,0	V-образная	1-2	1,6-2,0	220-230	9-12
8,0	»	2	1,6-2,0	240-340	11-15
10,0	»	2	2,0	290-390	12-17

**Режимы механизированной аргонодуговой сварки алюминия плавящимся электродом**

Параметры режима	Диаметр электродной проволоки, мм				
	1,2	1,6	2	2,5	3
Сварочный ток, А	100-250	150-300	200-350	250-400	280-450
Напряжение дуги, В	18-26	19-25	20-25	21-24	22-26
Скорость подачи проволоки, м/мин	4-14	4-11	4-7	4-6	2-4
					400-500
					26-30
					2-3
					450-600
					33-35
					0,5-1

**Режимы механизированной аргонодуговой сварки стыковых соединений алюминия «на весу» плавающимся электродом**

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Диаметр электродной проволоки, мм	Количество проходов	Сварочный ток, А	Напряжение дуги В	Скорость сварки, м/ч	Расход арго-на, л/мин
4	Без скоса	1,2—1,6	1	140—150	91—21	30	10—12
6	То же	1,2—1,6	2	170—200	20—22	30	12—14
8	»	1,6	2	220—250	22—24	20—25	15—20
10	»	2,0—2,5	2	300—320	22—24	20—25	20—25
12	V-образный скос	2,0—2,5	2	330—350	22—24	20—25	20—25
15	То же	2,0—2,5	2	350—380	24—26	20—25	30—35
20	»	4,0	2	500—540	28—30	11—18	28—35

**Режимы аргонодуговой сварки стыковых соединений раскисленной меди**

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Диаметр электродной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Расход арго-на, л/мин
1,5	Без скоса кромок на мелкой подкладке	2,4	80—110	2,5
3	То же	3,2	140—220	3,5
5	»	4—4,8	300—400	5,0
6,5	V-образный скос под углом 90°	5	250—350	7
9,5	X-образный скос	5	300—400	7
13	То же	6,5	400	8
16	То же	6,5	400	8

Примечание. Сваривают на постоянном токе прямой полярности. Стык собирают на мелкой подкладке с зазором 2—3 мм. Длина прихваток 8—15 мм, высота 1,5—3 мм. Перед сваркой требуется подогрев до 550°С, листы располагают с наклоном к горизонту до 10° чтобы расплавленный металл не натекал на нерасплавленные крошки листов.

**Выбор вылета электрода и силы тока в зависимости от диаметра сварочной проволоки при сварке в аргонодуговой среде**

Наименование показателей	Диаметр проволоки мм		
	0,5	0,8	1
Вылет электрода, мм	5—6	6—7	7—9
Минимальный ток, А	25—30	35—40	45—55
			10—12
			13—15
			100—130
			150—170

Из всех известных способов сварки в защитных газах наиболее распространена сварка в углекислом газе (СО<sub>2</sub>).

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, использование вместо СО<sub>2</sub> смеси аргона с окислительными газами (О<sub>2</sub> и СО<sub>2</sub>) позволяет расширить область применения механизированной сварки сталей этим способом, повысить показатели качества сварных соединений. Основные преимущества процесса сварки в смеси аргона с кислородом: значительное уменьшение разбрызгивания и нарызгивания электродного металла; повышение показателей механических свойств металла шва, особенно его ударной вязкости при отрицательных температурах.

снижение объема работ по зачистке приварившихся брызг; улучшение санитарно-гигиенических характеристик процесса сварки. На ряде металлургических заводов нашей страны введены в эксплуатацию мощные установки по разделению воздуха Кар-30. Среди газообразных и сжиженных продуктов, которые можно получить на этих установках, — чистый аргон и аргоно-кислородная смесь.

В качестве присадочных материалов при сварке в углекислом газе или смеси газов используются легированные проволоки сплошного сечения, порошковые проволоки, а также активированные проволоки. Для сварки тонкой проволокой сплошного сечения (диаметром 0,8—1,2 мм) рекомендуется импульсно-дуговой метод.

Сварку в углекислом газе выполняют короткой дугой на постоянном токе обратной полярности. Расстояние от сопла горелки до изделия не должно превышать 25 мм. Стыковые швы в нижнем положении сваривают с наклоном электрода от вертикальной оси на 5—20°. Угловые соединения (не «в лодочку») сваривают с таким же наклоном в направлении сварки и с наклоном поперек шва под углом 40—50° к горизонтальной, смещая электрод на 1—1,5 мм от угла на горизонтальную полку. Тонкий металл сваривают без колебательных движений, за исключением мест с повышенным зазором. Швы категор 4—8 мм накладывают за один проход, перемежая электрод по вытянутой спирали. Корень стыкового шва заваривают возвратно-поступательно, следующий — по вытянутой спирали, а последующие — серповидными движениями. Проволокой толщиной 0,8—1,2 мм сваривают металл во всех положениях, причем при вертикальном, горизонтальном и потолочном — напряжение уменьшают до 17—18,5 В, а силу тока — на 10—20%. Стыковые швы металла толщиной до 2 мм, а угловые — категор до 5 мм и корень стыковых швов большого сечения лучше сваривать сверху вниз. При сварке необходимо обеспечить защиту от сдувания газа и подсоса воздуха через зазор. Для уменьшения разбрызгивания в сварочную цепь можно последовательно включить индуктивное сопротивление.

**Режимы частично механизированной сварки в углекислом газе стыковых швов углеродистых и низколегированных сталей проволокой марки Св-0812С**

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Количество слоев	Диаметр электродной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа л/мин
0,6—1	Отбортовка высотой 2 мм, зазор 0—0,5 мм	1—1	0,5—0,8	50—60	18	20—25	6—7
1,2—2	Без скоса, зазор 0—0,5 мм	1—2	0,8—1,0	70—110	18—20	18—24	10—12
3—5	То же	2	1,6—2,0	160—200	27—29	20—22	14—16
6—8	»	2	2	280—300	28—30	25—30	16—18
8—12	На подкладке с зазором 2—3 мм	2—3	2	280—300	28—30	16—20	18—20
	V-образный скос, угол 60—70°, приутолщение 4—6, зазор 0—1,5 мм	2	2	380—400	30—32	18—22	18—20
12—18	X-образный скос, приутолщение 4—6, зазор 0—2 мм	2	2	380—400	30—32	16—20	18—22
20—22	У-образный скос, приутолщение 6, зазор 0—2 мм	2	2—2,5	440—460	30—32	16—20	18—22
25—30	Крышевидный скос, приутолщение 6, зазор 0—2 мм	4	2—2,5	420—440	30—32	16—20	18—22
	Двусторонний крышевидный скос, приутолщение 6, зазор 0—2 мм	9 и более	2—2,5	440—500	30—32	16—20	18—22
40 и более	Двусторонний крышевидный скос, приутолщение 6, зазор 0—2 мм	12 и более	3	500—750	34—36	16—20	18—22

**Режимы частично механизированной сварки в углекислом газе угловых швов углеродистых и низколегированных сталей проволокой марки Св-08ГЭС**

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Минимальный катет, мм	Сварка «в лодочку»			Сварка в угол						
			Диаметр электрода, мм	Количество слоев	Напряженне на дуге, В	Диаметр электрода, мм	Количество слоев	Сила тока, А				
4-6	0-1,5	4	1,6-2	1	30-32	340-360	340-360	1,6	1	300-320	30-32	320-340
7-8	0-2	4	2	1	34-36	360-380	430-450	2	1	360-380	31-33	290-310
9-10	0-2	5	2	1	34-36	360-380	430-450	1,6	1	380-350	30-32	340-360
10-12	0-2	5	2	1	34-36	360-380	430-450	2	1	380-420	32-34	320-350
16-18	0-2	6	2	3	34-36	360-380	430-450	2	2	380-420	32-34	320-350
20	0-2	6	2	3	34-36	360-380	430-450	2	2	380-420	32-34	320-350

Примечание. Длина дуги 1,5-4 мм. Скорость сварки 15-40 м/ч. Расход газа 1,1-1,3 м<sup>3</sup>/ч. Расстояние от сола горелки до изделия не более 25 мм. Вылет электрода 15-30 мм. Во всех возможных случаях применяют сварку «в лодочку», используя технику сварки стыковых швов. При многослойной сварке низколегированных сталей площадь каждого валика должна быть не более 50-60 мм. На стали марки 10ХСНД предыдущий валик перед наложением последнего должен остыть до 100-150°С.

**Дуговая сварка порошковой проволокой**

**Режимы сварки порошковой проволокой различных соединений без скола кромок в нижнем положении**

Марка	Диаметр проволоки, мм	Слой	Скорость подачи проволоки, м/ч	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм	Расход СО <sub>2</sub> , л/мин
ПП-АНЗ	3	1	88	250-280	24-28	30-50	—
ПП-АН8	3	1	142	250-300	24-28	30-50	8-10
ПП-АН9	2,5	1	188	150-200	20-24	40-60	10-12
ПП-АН10	2,3	1	142	250-300	22-25	40-60	8-10
ПП-1ДСК *	2,2	1	110	200-240	22-25	40-50	10-12
ПП-2ДСК *	2,35	1	142	250-300	23-26	40-60	10-12
ПП-АН7 *	2,3	1	142	150-200	23-26	40-60	10-12
ЭПС-15/2	2,5	1	236	250-300	25-30	40-60	12-14
		Последующие	159	150-200	21-24	25-30	—
		Последующие	235	280-320	26-30	25-30	—
		Последующие	88	180-200	22-24	50-70	—
		Последующие	142	250-300	22-26	50-70	—
		Последующие	142	150-200	21-22	25-30	—
		Последующие	236	250-300	24-26	25-30	—
		Последующие	188	220-260	24-27	40-50	—
		Последующие	236	380-400	30-32	40-50	—

Примечания: 1. Подготовка кромок по ГОСТ 14771-76. 2. Сварка выполняется на постоянном токе обратной полярности. 3. Техника сварки такая же, как и при сварке проволокой сплошного сечения в СО<sub>2</sub>. 4. Звездочкой отмечены проволоки, рекомендуемые для металлового шва. Обозначение шва выкладывают на пониженных режимах. 6. Проволока ПП-1ДСК пригодна для сварки ответственных конструкций.

**Режимы сварки порошковой проволокой ППВ-5**

Толщина металла, мм	Колчество слоев	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряженне дуги, В	Сварочный ток, А	Вылет электрода, мм	Положение шва
10-14	3-4	178-210	24-27	150-200	40-80	Горизонтальное на вертикальной плоскости
16 н более	4	236	26-28	220-240	40-80	То же
12-14	1	126-159	22-26	110-150	60-100	Вертикальное
16-22	2	142-159	22-26	120-150	60-100	Вертикальное

Примечание. Проволока предназначена для сварки в вертикальной плоскости. Рекомендуемый катет шва ≥10 мм.

**Режимы сварки проволокой ППТ-7 диаметром 2,3 мм**

Толщина стенки трубы, мм	Слой шва	Сварочный ток, А	Напряженне дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет проволоки, мм	Скорость подачи проволоки, м/ч	Смещение электрода с zenithа трубы в сторону, обратную вращению, град
3-6	1-й	100-140	24-26	10-12	40-60	99-112	10-15
7-10	1-й	160-200	26-28	15-20	40-60	126-142	30-45
	2-й	250-300	28-30	20-25	30-40	178-236	30-45
12-16	1-й	160-200	26-29	15-20	40-60	126-132	30-45
	2-й	450-500	34-36	30-35	30-40	382-435	30-45
18-24	1-й	220-240	27-29	18-22	40-60	142-159	5-10
	2-й	450-500	34-36	30-35	30-40	382-435	5-10
24-30	1-й	220-240	27-29	18-22	40-60	142-159	5-10
	2-й и после-дующие	450-500	34-36	30-35	30-40	382-435	5-10

Примечание. При выполнении корневого шва продольная ось проволоки должна находиться под углом 25-35° к касательной, проводимой к поверхности трубы. В дальнейшем угол увеличивается до 35-45°. Высота корневого шва 5-9 мм. Все швы, кроме корневого, должны выполняться со смещением ванны в сторону вращения на 5-10°. Проволока предназначена для сварки технологических трубопроводов IV и V категории, группы В, работающих при давлении до 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>).

**Газовая сварка**

Газовая сварка служит для получения монтажных соединений тонкостенного (до 3 мм) металла, в частности стальных труб диаметром до 57 мм, а также изделий из цветных металлов. Необходимая температура пламени достигается за счет сгорания ацетилен или его заменителей в кислороде.

Вид пламени	Отношение $O_2 : C_2H_2$	Температура, °C	Назначение
Науглероживающее	0,8—1,0	2700—3100	Сварка чугуна, наплавка твердых сплавов, сварка высокоуглеродистой стали
Нормальное	1,0—1,3	3100	Сварка стали, меди, алюминия, качественная резка и пайка, металлизация
Окислительное	1,3—1,5	3100—3300	Пайка и сварка латуни, поверхность закалка, огневая очистка поверхности, разделительная резка

В нормальном сварочном пламени можно рассмотреть три зоны: ядро, среднюю зону (восстановительную) и факел (окислительную). Ядро пламени резко очерчено и плавно закругляется на конце.

При избытке горючего (науглероживающее пламя) размеры пламени увеличиваются, ядро теряет резкость очертания, а граница между средней зоной и факелом исчезает. При значительном избытке горючего пламя становится коптящим, удлиняется и поднимает красноватый оттенок. При избытке кислорода ядро сокращается, приобретает конусообразную форму и становится менее отчетливым. Также сокращаются остальные зоны. Пламя с голубоватым оттенком горит с шумом, степень которого зависит от содержания кислорода в смеси.

Сварку выполняют левым и правым способами. Металл толщиной до 5 мм сваривают левым способом. В зависимости от толщины металла изменяют и угол горелки. Угол наклона присадочной проволоки составляет 30—45° к оси шва. Перемещение горелки на металле толщиной 1,5 мм «пятачком»: от 1,5 до 5 мм — по вытянутой спирали; 5 мм и выше — зигзагообразное, при правом способе сварки — по волнистой линии.

При выборе мощности горелки  $A$ , л/ч, следует пользоваться формулой  $A = kS$ , где  $S$  — толщина металла, мм,  $k$  — удельные затраты газа, л/ч на 1 мм толщины металла. Диаметр сварочной проволоки подбирается по формуле для способа соответственно левого  $S/2 + 1$ , правого  $S/2$ .

Наряду с азетиленом для прихватки и сварки тонкостенных стальных трубопроводов используют сжиженную пропан-бутановую смесь. Для этого необходимо специальная проволока марки Св-12ГС диаметром 3—4 мм и специальные горелки ГЗУ-2-62, ГЗУ-2-9М. Баллон с 20 кг сжиженного газа обеспечивает непрерывную работу горелки в течение 45—50 ч.

В настоящее время газовую сварку заменяют ручной и механизированной электродуговой, аргонодуговой и дугоконтактной.

**Удельные затраты к горючего газа**

Способ сварки	Ацетилен	Водород	Нефтегаз	Примордний газ (метан)	Пропан-бутан
Левый	100	300	200	250	75
Правый	150	450	300	—	100

Пространственное положение шва	Техника сварки
Вертикальное	Сварка левым способом снизу вверх, при толщине 6—8 мм сварка правым способом. Движения по вытянутой спирали с перерывами для остывания металла. Шов формируется с двух сторон. Мощность пламени та же, что и при сварке в нижнем положении
Горизонтальное	Сварка левым способом при расположении горелки снизу вверх; ее перемещают вперед присадочной проволоки (как при правым способе). Мощность пламени 75 л/ч на 1 мм
Поперечное	Сварка правым способом. Горелку держат под углом 45—90° к оси шва и передвигают по вытянутой спирали. Мощность пламени 45—50 л/ч на 1 мм

**Размеры сварных швов**

Толщина металла, мм	Тип соединения			
	Стыковое	Угловое	Тавровое	Нахлесточное
До 4:	$S + 4$	$S + 2$	—	$S + 4$
ширина усиление катет	0,5S	0,2S	—	0,5S
Свыше 4:	—	—	1,5S	—
ширина усиление катет	2S + 2	1,4S + 3	—	S + 3
	0,2S	0,2S	S + 3	0,3S
	—	—	—	—

Примечание. Зазор равен 0,5—2 мм.

**Технология азетилено-кислородной сварки различных металлов**

Сварочный материал	Режим сварки	Температура обработки	Назначение
Проволока марки Св-08А, Св-12ГС, Флюс: по 50% углекислого и двууглекислого натрия	Св-08ГА, Св-10Г12	При толщине более 3 мм предварительный или местный подогрев до 250—350° С. Медленное охлаждение. Проква сразу после сварки. Затем выскокий отпуск при 650° С	Сварка конструкций толщиной до 3 мм и труб диаметром до 57 мм

*Средне- и высокоуглеродистые стали*

Пламя нормальное или с небольшим избытком азетилен-ного флюса по 50% углекислого и двууглекислого натрия

Сварочный материал	Режим сварки	Термическая обработка	Назначение
Проволоки марок М-1 (диаметром до 8 мм); ЛК-62-05 Флюсы: по 50% буры и борной кислоты для чистой буры БМ-1	Пламя нормальное, мощность 150—200 л/ч на 1 мм. Сварка обротно-ступенчатим способом, многослойная сварка недопустима	Проковка швов при температуре 250—500°С. Нагрев после сварки до 500—550°С и охлаждение в воде	Сварка различных изделий и химической аппаратуры толщиной 0,8—1,6 мм

**Медь**

Проволока марки ЛК-62-05; проволока, содержащая 0,3% кремния, 1% алюминия, 0,6% марганца, 58—60% меди, остальное — цинк. Флюс: бура 100%; по 50% буры и борной кислоты, БМ-1	Мощность пламени 100—150 л/ч на 1 мм. Пламя окислительное (30—40% избытка кислорода). Расстояние от ядра пламени до ванны 6—12 мм. Наклон горелки 80—90°	Для металла толщиной более 15 мм предварительный подогрев до 500—550°С. Отжиг нагрета до 600—650°С и охлаждение на спокойном воздухе. Проковка сварных швов (при 60% меди — в холодном состоянии, до 60% — с подогревом до 600°С)	Сварка листовых конструкций и труб
<b>Латунь</b>			
Литые стержни диаметром 5—12 мм. Флюс тот же, что для меди и латуни	Мощность горелки 125 л/ч на 1 мм. Пламя нормальное. Расстояние от ядра пламени до ванны 3—6 мм	Подогрев до 200—300°С перед сваркой. Охлаждение в воде после сварки. Для оловянистой бронзы нагрев до 400—500°С и охлаждение в воде	Заварка дефектов литой, сварка изделий сложной конфигурации, наплавка

**Бронза**

Проволока марок А1, А2, АК и АМц, Флюс, хлористый натрий — 30, хлористый калий — 45, хлористый магний — 15%, кислотный серно-кислый калий — 3, фтористый калий 7 (наносит на кромок изделия или пруток)	Кромки готовят так же, как и при сварке сталей. Пламя нормальное, мощность 100—120 л/ч на 1 мм. Угол наклона горелки 30—35°. После сварки — промывка изделия для удаления остатков флюса. Сварку рекомендуются проводить в нижнем положении	Кромки листов толщиной 8 мм и выше перед сваркой нагревают до 200—250°С. Швы в соединенных из алюминия и сплава АМц можно проковать. Литые детали подвергают после сварки отжигу при 300—350°С с последующим медленным охлаждением	Сварка изделий из листа, профилей и труб (соединения выхватываются)
<b>Алюминий и его сплавы</b>			

**Алюминий и его сплавы**

Сварочный материал	Режим сварки	Термическая обработка	Назначение
Чугунные стержни диаметром 4—12 мм с содержанием углерода 3—3,6%, кремния 3,6—4,8%, марганца 0,5—0,8%, фосфора 0,3—0,5%, серы 0,8%. Флюсы: бура кристаллическая; бура обезвоженная; по 50% буры и борной кислоты; по 50% буры и соды. Серый, ковкий и высокопрочный чугун можно сваривать присадочной проволокой из латуни марки Л62	Сварка нейтральными или с избытком ацетиленовым пламенем, горелкой с наконечником № 3—6 в зависимости от толщины свариваемого металла. На массивных изделиях сварка двумя горелками № 6 или № 7; одной подогревают и другой расплавляют присадочный пруток и сваривают	Полный или местный подогрев изделия до 400—650°С в стационарных или временных печах, горнах. После сварки медленное охлаждение в печи. При сварке массивных изделий применяют местный подогрев горелками, палочками, лампами, древесным углем, коксом	Заварка трещин и других дефектов при ремонте изделий

**Чугун**

Сварочный материал	Режим сварки	Термическая обработка	Назначение
Кислородная резка. Процесс кислородной резки основан на свойстве металлов и их сплавов сгорать в струе кислорода и удалении продуктов сгорания этой струей. Кислородной резке хорошо поддаются низкоуглеродистые и низколегированные стали. С повышением содержания углерода в стали процесс резки осложняется. Не поддаются нормальному процессу резки: чугун из-за высокой температуры его воспламенения и плавления окислов кремния по сравнению с температурой плавления обычных сталей; высокохромистые и хромоникелевые стали из-за высокой температуры плавления оксида хрома, образующейся на поверхности нагреваемой стали, препятствующей кислородно-флюсовый способ; цветные металлы и их сплавы из-за высокой температуры плавления их оксидов и значительной теплопроводности, препятствующей концентрации неохладимого количества тепла в металле. В настоящее время кислородную резку углеродистых, легированных сталей и цветных металлов успешно заменяют плазменной резкой. Перед резкой деталь очищают от окислов, краски и грязи и укладывают на опоры так, чтобы по линии реза под ней было свободное пространство. Расстояние от сопла до поверхности металла $h = 5 + 0,05 S$ , где $S$ — толщина металла, мм. На резке прикрывают мушкетуки, соответствующие толщине металла, на редукторах устанавливают нужное давление, проверяют плотность соединения в резке и шлангах. Для зажигания пламени открывают вентиль подогревающего кислорода, затем вентиль горючего и зажигают пламя, регулируя его по внешнему виду, как окислительное. Открывают вентиль режущего кислорода, устанавливая пламя с небольшим избытком кислорода. Гасят пламя в обратном порядке.	Сварка листовых конструкций и труб	Заварка дефектов литой, сварка изделий сложной конфигурации, наплавка	

**Термическая резка**

Кислородная резка. Процесс кислородной резки основан на свойстве металлов и их сплавов сгорать в струе кислорода и удалении продуктов сгорания этой струей.  
Кислородной резке хорошо поддаются низкоуглеродистые и низколегированные стали. С повышением содержания углерода в стали процесс резки осложняется.  
Не поддаются нормальному процессу резки: чугун из-за высокой температуры его воспламенения и плавления окислов кремния по сравнению с температурой плавления обычных сталей; высокохромистые и хромоникелевые стали из-за высокой температуры плавления оксида хрома, образующейся на поверхности нагреваемой стали, препятствующей кислородно-флюсовый способ; цветные металлы и их сплавы из-за высокой температуры плавления их оксидов и значительной теплопроводности, препятствующей концентрации неохладимого количества тепла в металле.  
В настоящее время кислородную резку углеродистых, легированных сталей и цветных металлов успешно заменяют плазменной резкой.  
Перед резкой деталь очищают от окислов, краски и грязи и укладывают на опоры так, чтобы по линии реза под ней было свободное пространство. Расстояние от сопла до поверхности металла  $h = 5 + 0,05 S$ , где  $S$  — толщина металла, мм.  
На резке прикрывают мушкетуки, соответствующие толщине металла, на редукторах устанавливают нужное давление, проверяют плотность соединения в резке и шлангах. Для зажигания пламени открывают вентиль подогревающего кислорода, затем вентиль горючего и зажигают пламя, регулируя его по внешнему виду, как окислительное. Открывают вентиль режущего кислорода, устанавливая пламя с небольшим избытком кислорода. Гасят пламя в обратном порядке.

Реэку начинают с края детали. Если необходимо начать реэку с середины детали, в ней пробивают отверстие (при толщине металла до 50 мм) пламенем вертикально стоящего реэака, разогревая место реэки и плавно открывая вен- тиль реэущего кислорода по мере углубления отверстия.

Реэак должен быть наклонен под углом 20—45° в сторону, обратную направ- лению реэки. При криволинейной реэке реэак держат вертикально.

Стадии процесса реэки следующие: нагрев начального участка реэки до тем- пературы воспламенения металла в кислороде; сгорание металла в струе кисло- рода; расквашение образующихся окислов и выдувание их из места реэа; нагрев соседних слоев металла в кислороде; перемещение реэака вдоль линии реэа.

При использовании сжиженного газа и других заменителей азетилена для- тельность подогрева в 1,5—2 раза больше, чем при азетилено-кислородной реэке. Это особенно сказывается на производительности процесса при реэке круглого металла и прибылей литя. Для сокращения времени начального подогрева можно вводить в пламя концы стальной прутка диаметром 3—5 мм или нано- сить зубилом зарубки в месте начала реэки.

### Параметры ручной кислородной реэки низкоуглеродистой стали в зависимости от толщины металла

Толщина метал- да, мм	Наименование показателей	Единица измере- ния	Среднее значение
3—25	Мощность подогреваемого пламени	М <sup>2</sup> /ч	0,3—0,55 0,55—0,75 0,75—1,0
25—50			
50—100			
10—20	Продолжительность предвари- тельного подогрева	с	5—10 7—25
20—100			
5—300	Давление реэущего кислорода	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,3—1,5 (3—15)
5—300	Скорость реэки	мм/мин	550—80
50—100	Ширина реэа	мм	5—6 4—5 3—4
25—50			
5—25			

При механизированной кислородной реэке скорость процесса заметно возра- стает, однако на нижних кромках остаются приваренными часть шпаклов (грат), на удаление которых затрачивают 20—70% машинного времени.

### Режимы безреэативной механизированной кислородной реэки

Толщина металла, мм	Давление реэу- щего кислорода, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Расход, м <sup>3</sup> /ч		Скорость реэки, мм/мин
		кислорода	азетилена	
5	0,18 (1,8)	1,0—1,2	0,25—0,35	420—550
10	0,2 (2,0)	1,7—1,8	0,25—0,35	360—470
20	0,65 (6,5)	3,8—4,0	0,3—0,4	280—370
40	0,7 (7,0)	6,4—6,6	0,3—0,4	230—300
100	0,8 (8,0)	13,1—13,3	0,35—0,45	170—230

Примечание. Применяют кислород 1-го и 2-го сорта (данные приведены для 2-го сор- та).

### Режимы реэки низкоуглеродистой стали кислородом низкого давления

Толщина метал- ла, мм	Давление кисло- рода, МПа	Диаметр выход- ного отверстия сопла, мм	Расстояние реэа- ка от поверхно- сти металла, мм	Скорость реэки, мм/мин	Толщина метал- ла, мм	Давление кисло- рода, МПа	Диаметр выход- ного отверстия сопла, мм	Расстояние реэа- ка от поверхно- сти металла, мм	Скорость реэки, мм/мин
6	0,6—0,8	1,0	5	410—480	50	0,9—1,0	2,5	9	150—200
10	0,8—1,0	1,0	7	300—350	80	1,3—1,5	2,5	10	150—170
20	0,8—1,0	1,7	8	200—230	100	1,4—1,7	2,5	10	130—150

Примечание. Реэку стали кислородом низкого давления осуществляют при увеличенном диаметре сопла и проходящих отверстия в редукторе и рукавах (3—12 мм). При этом возрастает эффективность использования кислорода, хотя производительность процесса снижается. Этот способ дает наилучшие результаты при пакетной реэке листов (при толщине металла 4 мм мож- но одновременно разрезать 12—25 листов).

Реэка плазменной дугой. Сущность плазменно-дуговой реэки состоит в про- плавлении металла сжатой дугой и интенсивном удалении расплава струей плазмы. Температура плазменной струи достигает 30000°С. Для реэки цветных металлов в качестве рабочих (плазмообразующих) газов рекомендуются аргон, азот и их смеси с водородом; для экономичной ручной и механизированной реэки высоколегированных, низколегированных и углеродистых сталей толщиной до 30 мм — сжатый воздух. Питание дуги осуществляют постоянным током прямой полярности.

### Орнетировочные режимы воздушно-плазменной машинной реэки углеродистой и низкоуглеродистой стали

Толщина метал- да, мм	Сила тока, А	Напряжение ду- ги, В	Скорость реэки, мм/мин	Ширина реэа, мм
6	270—290	140—145	3,0—3,5	2,5—3
10	270—290	145—150	2,2—2,5	2,5—3
20	270—290	165—170	1,0—1,2	2,5—3
30	290—310	175—180	0,6—0,65	3—4
40	290—310	190—195	0,3—0,4	4—6

Примечание. Электрод из молибденового циркония. Расход воздуха 80—99 л/мин. Диаметр сопла — 3 мм. Аппараты: «Кер-4», АВПр-2, АПр-401, и др. Рабочие органы — ст серпичных газо- реэательных машин. С помощью аппарата «Кер-4» возможна также ручная реэка.

### Напряжения и деформации при сварке и реэке

Внутренние напряжения, образующиеся во время сварки из-за неравномер- ного нагрева, линейной усадки и структурных изменений металла, могут вызвать появление трещин в металле шва или в зоне термического влияния при нежесточной пластичности шва и большой жесткости основного металла. В условиях эксплуатации внешние нагрузки могут суммироваться с внутренними усилиями, представляя опасность для прочности конструкций. При сварке изделий с не- большой жесткостью суммарные внутренние напряжения вызывают местные или общее коробление (деформацию) изделия, иногда настолько нзмещающ его раз- меры и конфигурацию, что оно не может быть без правки пригодно к эксплуа- тации или дальнейшей обработке.

## Мероприятия по уменьшению напряжений и деформаций при сварке:

### Конструктивные, уменьшающие напряжения:

Применять пластичные свариваемые и присадочные материалы; избегать скоплений и пересечений швов, а также швов, образующих замкнутые контуры;

использовать сортамент металла, позволяющий уменьшить количество наклеек, косынок и пр.;

преимущественно применять стыковые швы;

при сварке металлов разных толщин предусматривать на более толстом металле переходной скос.

### Технологические, уменьшающие напряжения:

в первую очередь сваривать стыковые швы, начиная с больших сечений; не допускать большого разогрева металла в жестких контурах; при сварке чугуна делать перерывы после наложения отдельных валиков;

перед сваркой металла больших толщин закаливаться стальной наплавкой кромок каждой части, а затем сваривать их;

соблюдать температурный режим сварки; не допускать сварки закаливавшихся стальной и чугуна на морозе, на сквозняке; при атмосферных осадках сварку не производить;

разогнать концы валиков при продольной наплавке и сварке многослойных швов, не допуская концентрации напряжений в одном сечении;

применять местный и общий предварительный и сопутствующий подогрев (наилучший подогрев до 600°С) конструкций с повышенной жесткостью (чугун, закаливающийся сталь, металл большой толщины и т. п.);

сваривать в последнюю очередь швы, работающие на сжатие (в последних швах возникают наибольшие растягивающие напряжения);

снимать напряжения в конструкциях после сварки: общим (нагревом до 650—800°С и медленным охлаждением) или местным отжигом (нагревом до 200°С металлом с обеих сторон шва на ширине 50—60 мм горелками или индукторами), а также отжигом валиком, накладываемым после заварки последнего слоя на металле большой толщины (отжигающий валик может быть удален после остывания металла);

не допускать больших усилий в швах; желательны нормальные или вогнутые угловые швы с плавным переходом к основному металлу;

не допускать в сварных швах дефектов, являющихся местами концентрации напряжений.

### Конструктивные, уменьшающие деформации:

Предусматривать припуски в деталях, учитывающие уменьшение их размеров после сварки;

проектировать сварные конструкции достаточной жесткости.

### Технологические, уменьшающие деформации:

применять жесткие крепления конструкций перед сваркой (прихватка или прижим листов к сварочной плите перед сваркой и т. д.);

искусственно охлаждать тонкостенные свариваемые детали;

выполнять сварку вертикально расположенных швов сверху вниз;

использовать обратный выгиб деталей перед сваркой (в сторону, обратную деформации при сварке);

начинать сварку с меньших толщин металла или катетов швов;

временно прихватывать между собой детали для создания большей жесткости при сварке;

выполнять первый шов при двусторонней сварке тавровых конструкций завесом меньшим катетом или прерывистым, а после заварки второго шва доводить первый до проектной величины;

наплавлять детали кольцевым швом по спирали. Начинать наплавку следует с выпуклой части детали;

выправлять деформированные детали после сварки: холодным способом (под прессом, на вальцах, молотком); наложением холодных валиков сварного шва; термической правкой с помощью газового пламени (рис. 10); термо-механической правкой;

выполнять сварку двутавровых или корыччатых конструкций накрест с кантовкой. При невозможности кантовки сварку начинать с подложного шва.

### Конструктивные, уменьшающие напряжения и деформации:

уменьшать количество швов, их длину и катет (рационально раскраивать материал, применять перевыстылы или точечные швы);

располагать швы в местах, удобных для выполнения; проектируя сложные конструкции, предусматривать использование штампованных или литых узлов;

располагать параллельные швы симметрично центру тяжести конструкции;

располагать ребра жесткости так, чтобы при сварке разогревались одни и те же места основного металла;

уменьшать, по возможности, угол скоса кромок или сваривать конструкции без разделки кромок;

для сварки металла большой толщины назначать криволинейную или X-образную разделку;

назначать сварку механизированными способами;

предусматривать изготовление крупных конструкций отдельными узлами.

### Технологические, уменьшающие напряжения и деформации при сварке:

правильно подбирать режим сварки; не завальцовывать электроды;

выбирать последовательность наложения швов: в цилиндрических конструкциях сваривать продольные, а затем кольцевые швы; в двутавровых — стьки полок и стенок, а затем поперечные швы; в листовых конструкциях — поперечные швы (стыки), а затем продольные швы (или пазы); применять обратнотупенчатые швы с направлением сварки от середины к краям, сварку вразброс.

Швы больших сечений сваривать в несколько слоев; производить сварку «дуга в дугу» (одновременно с обеих сторон) вертикально расположенных листов с X-образной разделкой кромок;

применять сварку с глубоким проваром, уменьшая долю присадочного металла в шве и, соответственно, катет угловых швов;

очищать каждый слой при многослойной сварке (кроме последнего, облицовочного) и проковывать легкими ударами молотка с закругленным бойком набегать применения газовой сварки, внедрять механизированную дугую и контактную сварку;

сваривать конструкцию одновременно несколькими сварщиками;

обращать особое внимание на качество подготовки конструкций под сварку, соблюдать конструктивные размеры подготовки под сварку и сварных швов, предусмотренные ГОСТ. Прихватки в местах пересечения швов не накладывать;

применять сборочные приспособления, кондукторы, центраторы, повышающие точность сборки;

применять сборочные приспособления, кондукторы, центраторы, повышающие резакными после окончания основной резки и охлаждения заготовок; применять метод резки с середины листа; подогревать заготовки из углеродистых и легированных сталей перед резкой; производить сопутствующий подогрев, а после резки отжиг или нормализацию; охлаждать попутно зону нагрева незакаливавшихся стальной водой или сжатым воздухом; исключать возможность провисания заготовок на опорах.

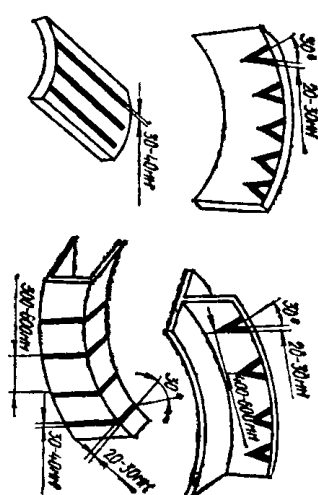


Рис. 10. Примеры правки конструктивных газовой пламенем (жирными линиями показаны места нагрева).

Наименование показателей	Толщина металла, мм					
	2	3	4	5	6	
Номер наконечника горелки	—	3	4	5	6	6
Расход газа:						
ацетилена	л/ч	500	750	1200	1700	1700
кислорода	л/ч	550	820	1300	1850	1850
Скорость нагрева	см/мин	42	36	27	24	18

Мероприятия по сварке при низких температурах. Ручную и полуавтоматическую дуговую сварку конструкций из стали классов до С 52/40 включительно при температурах, указанных в таблице, приведенной ниже, следует производить с предварительным подогревом стали в зоне выполнения сварки до 120—160°С.

**Минимальная допустимая температура окружающего воздуха при ручной и автоматической механизированной сварке металлоконструкций без предварительного подогрева, °С**

Толщина стали, мм	Углеродистая сталь		Низколегированная сталь	
	Швы конструкции			
	решетчатых	листовых, объемных и сплошностенчатых	решетчатых	листовых, объемных и сплошностенчатых
До 16 (включительно)	—30	—30	—20	—20
Свыше 16 до 30	—30	—20	—10	0
Свыше 30 до 40	—10	—10	0	+5
Свыше 40	0	0	+5	+10

Механизированную дуговую сварку низкоуглеродистых и низколегированных сталей производится по обычной технологии при температуре до —30°С для швов металла толщиной до 30 мм и при температуре до —20°С для швов металла толщиной более 30 мм. При более низких температурах сварка должна выполняться по специальной технологии, предусматривающей увеличение температуры и замедленную скорость охлаждения.

Электродшлаковая сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей допускается без температурных ограничений.

Сварку стыков магистральных трубопроводов и газопроводов из низкоуглеродистой и низколегированной сталей со стенками толщиной до 16 мм производят по обычной технологии при температуре не ниже —20°С, обеспечивая скорость охлаждения шва не более 10° в 1 мин.

Минимальная допустимая температура окружающего воздуха, °С, при сварке сосудов, работающих под давлением, паровых котлов, трубопроводов пара и горячей воды

Свариваемая сталь	Толщина стали, мм		
	до 10	12—15	свыше 16
Углеродистая с содержанием углерода, %:			
до 0,2	—20 без подогрева стыка	—20 с подогревом стыка до 100—200°С	—20 с подогревом стыка до 100—200°С
0,21—0,28	—10 без подогрева стыка	—10 с подогревом до 100—200°С	—10 с подогревом стыка до 250—400°С
0,28—0,33	—10 без подогрева стыка	—10 с подогревом стыка до 250—400°С	То же
Молнибленовая марок 15М, 16М, 20М	То же	То же	То же
Хромомолибденовая марок: 12МХ, 15МХ, 15ХМ и др. 12Х1МФ, 15Х1МФ, 20ХМФД, 12Х2МФСР, 12Х2МФБ	1—0 с подогревом стыка до 250—400°С	1—0 с подогревом стыка до 250—400°С	1—0 с подогревом стыка до 250—400°С
Высокохромистая мартенситно-ферритного класса Аустенитная типа 18-8	То же до 350—400°С 10 с подогревом стыка до 300—350°С —20 без подогрева	10 с подогревом до 350—400°С	10 с подогревом до 350—400°С

Для сварки применяются электроды с фтористо-кальциевым покрытием (УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, СМ-11, ДСК-50, СК2-50), дающим наиболее пластичный наплавленный металл.

При температуре ниже —5°С сварку производят без перерыва до выполнения проектного размера шва. В противном случае нужен повторный подогрев перед возобновлением сварки. Сборку конструкций выполняют без ударов и чрезмерного натяжения собираемых элементов; холодная правка не допускается. При температуре ниже —30°С сборку ведут без прихваток.

Ручная дуговая и механизированная под флюсом сварка должна выполняться на постоянном токе обратной полярности.

При выполнении сварочных работ следует: тщательно заваривать кратеры прихваток, швов и замыкающие участки швов с выходом дуги назад, на шов, на 10—15 мм; при сборке, после наложения прихваток, не допускать ударов по соединяемым узлам;

особенно тщательно перед сваркой прокалывать электрода и флюс, использовать подогретые электроды; удалять влагу и снег на расстоянии не менее 1 м от места сварки; предварительно просушивать зону сварки с помощью флуэнок, горелок и индукторов;

силу тока увеличивать до 15—20%, уменьшать скорость сварки. Повышать потенциальную энергию на 4—5% на каждые 10% понижения температуры окружающего воздуха (100% при положительной температуре);

применять подогрев околошовных зон шириной не менее 100 + 100 мм, длина подогреваемого участка в зависимости от толщины металла должна быть следующей:

Толщина, мм	Длина, мм
До 12	1000—1500
12—20	800—1000
Более 20	600—800



Сварку необходимо вести в последовательности, обеспечивающей минимальные внутренние напряжения в зоне шва (сварка шва с двух сторон, обратную-пенчатая сварка и др.);

термическую обработку выполнять сразу, без перерыва, создавая условия для медленного охлаждения (до 20°С);

проводить немедленный операционный контроль качества;

по мере возможности переносить сварку в закрытые помещения или специальные тепляки;

защищать места сварки от ветра, снега и дождя;

предусматривать места обогрева рабочих вблизи от объектов.

**Минимальная допустимая температура окружающего воздуха при сварке технологических трубопроводов**

Марка стали	Толщина стенки трубы, мм	
	до 16	свыше 16
Углеродистая с содержанием углерода, %:	До 20° без подогрева	До 0° без подогрева, ниже 0 до -20° с подогревом до 100—150°
	$\leq 0,2$ $> 0,2$ до 0,28 $> 0,28\%$ и легированные: при сумме легирующих элементов, %: до 3 и углерода до 0,18 (10Г2, 17ГС, 12МХ, 15ХМ) выше 3% и углерода 0,15—0,25% (12Х1М1Ф, 12Х5М, 30ХМ, 20Х3МФ) Ферритная (типа Х13, Х17, Х25) Аустенитная (типа Х18Н10Т, Х17Н13М2Т)	До 0° без подогрева; ниже -10° с подогревом до 100—150° До 0° без подогрева; ниже 0 с подогревом до 100—150° Не ниже -10°С с подогревом стыка до 150—200°С при сварке аустенитными электродами и до 200—250°С при сварке неаустенитными электродами Не ниже 0° с подогревом стыка до 200—300° при сварке аустенитными электродами и до 300—350°С при сварке неаустенитными электродами Не ниже 5°С Не ниже -20°. Необходимость подогрева определяется в зависимости от условий работы трубопровода

Примечание. При температуре окружающего воздуха ниже -20° сварка трубопроводов на углеродистых и легированных сталях должна выполняться по техническим условиям и инструкциям, утвержденным в установленном порядке.

**СВАРКА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ТРУБОПРОВОДОВ И АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

**Сварка строительных металлоконструкций**

швы металлоконструкции

**Угловые швы.** Толщина швов  $h_{ш}$  должна быть  $\geq 4$  мм (за исключением швов в деталях толщиной менее 4 мм) и не более 1,2 наименьшей толщины свариваемых деталей.

В зависимости от группы конструкций, метода сварки, класса стали и толщины свариваемых элементов толщина двусторонних угловых швов  $h_{ш}$  следует

принимать не менее указанных в пп. 1, 2 и 3 нижеследующей таблицы и не более 1,2 S (наименьшей толщины свариваемых элементов).

Для крепления ребер жесткости и диафрагм в конструкциях III, IV и VI групп допускается применение односторонних угловых швов, толщина которых  $h_{ш}$  следует принимать не менее указанных в п. 4 таблицы и не более 1,2 S. При этом не допускается применение односторонних угловых швов в конструкциях:

эксплуатируемых в среднеагрессивной и сильноагрессивной средах (в соответствии со СНиП II-28-73), а также находящихся на открытом воздухе;

используемых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже -40°С;

используемых с применением ручной сварки.

**Минимальные толщины угловых швов**

Группа конструктивный	Метод сварки	Класс стали	Минимальные толщины швов, мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов, мм													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 I—IV, VI	Ручная	S38/23—С46/33	4	5	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	12
		S32/40—С60/45	6	8	8	8	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		S38/23—С46/33	4	6	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	12
2 I и II (крепление фасонки к поясам ферм)	Автоматическая и полуавтоматическая	S52/40—С60/45	6	8	8	8	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		S38/23—С46/33	4	5	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	12
3 III, IV и VI (крепление фасонки к поясам ферм)	То же	S38/23—С46/33	4	5	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	12
		S32/40—С60/45	6	8	8	8	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12
4 III, IV и VI (ребра жесткости и диафрагмы)	То же	S38/23—С46/33	4	6	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	12
		S38/23—С46/33	4	6	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	12

Соединение с односторонними угловыми швами

Примечание. 1. В конструкциях из стали классов С70/60 и С85/75, а также из стали всех классов при толщине элементов более 80 мм минимальные толщины угловых швов принимаются по специальным техническим условиям, утвержденным или согласованным в установленном порядке.

2. В конструкциях из стали классов С38/23—С52/40, возводимых в районах с расчетными температурами окружающего воздуха ниже минус 40°С, минимальные толщины швов принимаются такими же, как для стали класса С60/45.

Расчетная длина флангового и лобового швов должна быть  $\geq 4 h_{ш}$  и не менее 40 мм.

Наибольшая расчетная длина флангового шва предусматривается не более 60  $h_{ш}$ , за исключением сопряжений, в которых усилке, воспринимаемое фланговым швом, возникает на всем его протяжении; в этом случае длина шва не ограничивается.

Расстояние в свету между участками прерывистых швов не должно превышать 15 S в сжатых и 30 S в растянутых и нерабочих элементах (S—наименьшая толщина соединяемых элементов).

Выпук в соединенных внахлестку должен быть не менее пяти толщин наиболее толстого из свариваемых элементов.

Соотношения размеров катетов фланговых и лобовых швов в конструкциях, воспринимающих статические нагрузки, принимаются 1:1.

В конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, необходимо, чтобы швы выполнялись с плавным переходом к основному металлу; несли огненные катетов 1:1,5 (лобовые) и 1:1 (фланговые); при ручной сварке валик шва имел волную, при механизированной — плоскую по-

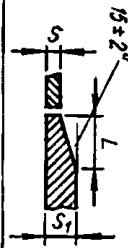
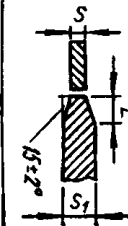
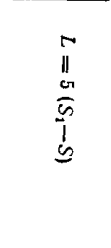
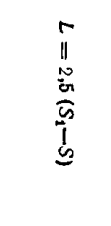
верхность; концы фланговых и лобовых швов для плавного перехода на основной металл подвергались механической обработке. Прерывистые швы не допускаются.

**Стыковые швы.** При сварке элементов на монтаже необходимо отдавать предпочтение U-образной разрезке, а сваривать преимущественно в нижнем или вертикальном положении.

Применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается сварными швами, а часть — заклепками, запрещается.

В конструкциях, воспринимающих вибрационные нагрузки, соединения выполняются без накладок, воспринимаящих и подкладок с обязательной подваркой корня шва. С целью снижения концентрации напряжений рекомендуется зачищать поверхности стыковых швов загодя до с основным металлом, а концы выводить на технологические планки.

### Способы стыковки листов разных толщин

ГОСТ	Без скоса		Со скосом	
	Толщина тонкого листа	Максимальная разность толщин	Односторонним	Двусторонним
ГОСТ 5264—80	До 4 Свыше 4 до 20 20 до 30 30	1 2 3 4	 $L = 5 (S_1 - S)$	 $L = 2,5 (S_1 - S)$
ГОСТ 8713—79, ГОСТ 14771—76	2—3 4—30 30—40 > 40	1 2 4 6	 $L = 5 (S_1 - S)$	 $L = 2,5 (S_1 - S)$
ГОСТ 14806—80	0,8—3 Свыше 3 до 5 5 до 12 12 до 25 25 до 60	0,5 1 1,2 1,5 3	$L = 5 (S_1 - S) + 6$	$L = 2,5 (S_1 - S) + 3$

Примечания: 1. Скос на толстом листе делают при разности толщин, превышающей пределы максимальной разности толщин, свариваемых без скоса кромок.  
2. По ГОСТ 14771—76 разрешается не делать скос при разности толщин стыкуемых листов до 30%, но не более 5 мм.  
3. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры шва сварного соединения выбираются по большей толщине свариваемого элемента  $S_1$ .

### СБОРКА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

Металлические конструкции до сварки собирают, временно закрепляя сопряжения, окончательно совмещают соединяемые элементы, подгоняют их и выверяют в соответствии с указанными чертежами. Связи собирают на болтах, что позволяет придать конструкции правильное, геометрическое положение. Колонны, подкрановые балки соединяют с помощью уголков-фиксаторов и стягивают болтами.

Элементы листовых конструкций устанавливают в требуемое положение и фиксируют временными (жесткими и полужесткими) креплениями. Жесткие крепления — это прихватки, выполняемые электросваркой; их накладывают для

ной 50—100 мм через 400—500 мм и сечением менее 2/3 высоты основного шва. Для прихватки применяют те же электроды, что и для сварки.

Полужесткие крепления позволяют избежать «присутствия» сварщика в процессе сборки ответственных конструкций, которые должны прихватываться сваркой высокой квалификации. Крепления выполняются с помощью клиновых оправок, прямоугольных шайб, привариваемых к собираемым листам, и сборочной планки (рис. 11). В планке делают два квадратных отверстия и приваривают четыре бруса. Соединяемые листы скрепляют сборочными планками, надеваемыми на сборочные шайбы. Бывшая коническая оправа в отверстия сборочных шайб или в промежутки между шайбами и брусками, подтягивают листы в

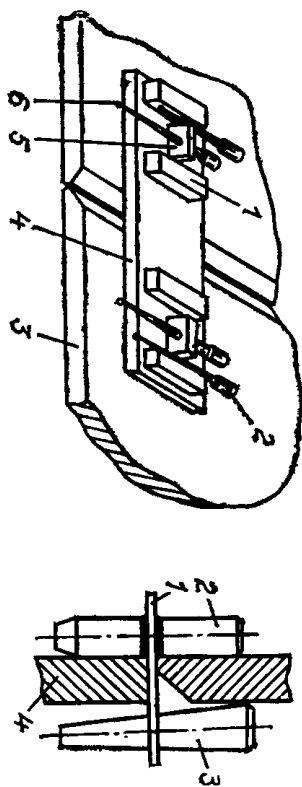


Рис. 11. Полужесткое крепление стыка: 1 — брусок-упор; 2 — оправа; 3 — лист; 4 — сборочная планка; 5 — шайба; 6 — коническая оправа.

Рис. 12. Приспособление для сборки горизонтальных стыков: 1 — зазорная кладка; 2 — закладная; 3 — оправа; 4 — лист.

нужное положение. Зазор фиксируют специальными зазорными прокладками нужной толщины. Листы, стыкуемые в вертикальной плоскости, удобно фиксировать так, как показано на рис. 12.

Клиновые полужесткие крепления применяют также для сборки нахлесточных соединений и под углом друг к другу. Они обеспечивают надежность сборки и вместе с тем препятствуют усадке свариваемых элементов, т. е. напряжения и деформации оказываются в этом случае меньшими, чем при постановке прихваток.

Число сборочных приспособлений приваривают на заводе-изготовителе и по мере сварки на монтаже удаляют с конструкции.

Прихватки желательно накладывать с противоположной основному шву стороны, тогда в процессе обработки корня шва они будут удалены. Прихватки, накладываемые со стороны основного шва, следует перед сваркой зачистить до металлического блеска и тщательно осмотреть (проверить отсутствие трещин и других дефектов). В начале и конце стыкового шва устанавливают технологические планки, которые после сварки срезают, а места среза тщательно зачищают.

МАТЕРИАЛЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ СВАРКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Группа кон- струкций	Класс стали по СНиП II-B 3-72	Марка стали	Толщина металла, мм	Температура, °С *	Сварка под флюсом		Марка сварочной (ГОСТ 2246—70 *) и Порошковой проволоки при сварке открытой дугой и в угле- кислом газе	Электрод для ручной электродугуговой сварки	
					Марка флюса (ГОСТ 9087—81)	Марка сварочной проволоки (ГОСТ 2246—70 *)		Тип (ГОСТ 9467—75)	Марка
I	C 38/23	ВСтЗГпс5 ВСтЗсп5	5—30 5—25	$\geq -40$ $\geq 0$	Плавляные:  АН-348А, ОСЦ-45, АН-348АМ, ОСЦ-45М	Св-08АА, Св-08А	Св-08Г2С, ПП-АНЗ, ПП-АН8, ПП-АН9, ПП-АН10, ПП-2ДСК, ППВ-2ДСК, ПП-АН11, ППВ-5	Э42А, Э46А	УОНИ 13/45, СМ-11
II	C 38/23	ВСтЗпс6 ВСтЗГпс5 ВСтЗсп5 09Г2С-12	5—10 11—30 11—25 61—160						
I	C 44/29	09Г2С-12	12—60						
	C 46/33	09Г2С-12 10Г2С1-12 15ХСНД-12 14Г2-12 10Г2С1Д-12	4—20 4—11 4—32 4—32 12—40						
	II	14Г2-11 10Г2С1-12 10Г2С1Д-12 15ХСНД-12 10ХНДП-12	4—32 4—10 12—40 4—32 4—9						
I	C 52/40	15Г2АФДпс-12 10Г2С1-12 10ХСНД-12	4—52 10—40 4—40						
		14Г2АФ-12	4—50						
II	C 52/40	10Г2С1-12 10ХСНД-12 14Г2АФ-12 15Г2АФДпс-12	10—40 4—40 4—50 4—32						
III, IV, VI	C 38/23	16Г2АФ-12 18Г2АФпс-12 15Г2СФ-12	4—50 4—32 10—32						
	C 46/33	10ХНДП-6 ЮХНДП-6	4—9 10—12						
		14Г2-6	4—32						
C 52/40	10Г2С1-6 15Г2СФ-6 14Г2АФ-6 15Г2АФДпс-6	10—40 4—32 4—50 4—32							
III, IV	C 60/45	16Г2СФ-6 16Г2АФ-6 18Г2АФпс-6	10—32 4—50 4—32						
	C 70/60	12Г2СМФ	10—32						
I, II	C 44/29	09Г2С-15	21—60	$\geq -40$ $\geq 0$	АН-22	Св-10НМА	Св-08Г2С, ПП-АН9	Э50А, Э42А, Э46А	УОНИ 13/55, УОНИ 13/45, СМ-11 (при положитель- ной темпера- туре)
I, II II III	C 46/33	09Г2С-15 10Г2С1-15 10Г2С1Д-15 09Г2С-12	4—20 4—11 12—60 4—12						
II, III III		15ХСНД-15 10Г2С1-15	4—32 4—60						

\* В числителе температура расчетная, в знаменателе — температура сварки.

Группа кон- струкций	Класс стали по СНиП II-B.3-72	Марка стали	Толщина металла, мм	Температура, °С *	Сварка под флюсом		Марка сварочной (ГОСТ 2236—70*) и порошковой проволоки при сварке открытой дугой и в угле- кислом газе	Электрод для ручной электродуговой сварки	
					Марка флюса (ГОСТ 9087—81)	Марка сварочной проволоки (ГОСТ 2246—70*)		Тип (ГОСТ 9467—75)	Марка
I, II III	C 52/40	10Г2С1-15 10ХСНД-15 14Г2АФ-15 15Г2АФДпс-15	10—40 4—40 4—50 4—32						
IV	C 44/29	09Г2С-9	21—60						
	C 46/33	09Г2С-9 10Г2С1-9 15ХСНД-9	4—20 4—60 4—32	$-50 > t \geq -65$ $\geq -50$					
IV	C 52/40	10Г2С1-9 10ХСНД-9 14Г2АФ-9 15Г2АФДпс-9	10—40 11—40 4—50 4—32	$-50 > t \geq -65$ $\geq -50$	АН-22	Св-10НМА	Св-08Г2С, ПП-АН9	Э50А, Э46А	УОНИ 13/55, УОНИ 13/45
	C 44/29	09Г2-6 09Г2С-6 09Г2С-9 10Г2С1-6	4—32 21—32 33—60 61—160	$-40 > t \geq -50$ $\geq 0$	АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45 ОСЦ-45М	Св-08ГА (Св-08АА и Св-08А только для VI группы)		Э42А, Э50А, Э46А	УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, СМ-11, ДСК-50, АНО-7, К-5А
	C 46/33	09Г2С-6 10Г2С1-6 10Г2С1-9 10ХНДП-6	4—20 4—20 21—60 4—9						
VI	C 38/23	ВСт3сп5 ВСт3Гпс5	5—25 5—30						
	C 46/33	10ХНДП-12	4—9				Св-08Г2С, ПП-АН9, Св-08Г2С		
IV	C 38/23	09Г2С-6	61—160						
	C 44/29	09Г2-6 Г2С-6 Г2С-9 10Г2С1-6	4—32 21—32 33—60 61—160	$-40 > t \geq -65$ $0 > t \geq -35$		Св-10ХНМА, Св-08ХНМ, Св-08ГА			
	C 46/33	09Г2С-6 10Г2С1-6 10Г2С1-9 10ХНДП-6	4—20 4—60 21—60 4—9		АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, АН-60			Э42А, Э50А, Э46А	УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, СМ-11 (только для VI груп- пы)
VI	C 38/23	ВСт3сп5 ВСт3Гпс5	5—25 5—30						
	C 46/33	10ХНДП-12	4—9						
IV	C 44/29	09Г2-6 09Г2С-6 09Г2С-9 10Г2С1-6	4—32 21—32 33—60 61—160	$-40 > t \geq -50$ $-35 > t \geq -50$	ОСЦ-45, ОСЦ-45М, АН-60, АН-348А, АН-348АМ	Св-10НМА, Св-08ХНМ		Э42А, Э50А, Э46А	УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, СМ-11 (только для VI груп- пы)
	C 46/33	09Г2С-6 10Г2С1-6 10Г2С1-9 10ХНДП-6	4—20 4—20 21—60 4—9				Св-08Г2С, ПП-АН9		
VI	C 38/23	ВСт3сп-5 ВСт3Гпс-5	5—25 5—30	$-40 > t \geq -65$ $-35 > t \geq -50$					
	C 46/33	10ХНДП-12	4—9						

Примечания: 1. Использование других сварочных материалов возможно при условии, если механические свойства шва будут на уровне обеспечиваемых применением соответствующих материалов, приведенных в таблице. Для расчетных угловых швов допускается применять сварочные материалы, предназначенные для стали более высокого класса по сравнению со сталью данной конструкции. 2. Флюс АН-17М поставляется по ЧМТУ 1-1017-70. 3. В конструкциях IV—VI группы при расчетных температурах ниже  $-40^\circ\text{C}$  для стыковых соединений применяют только электроды марки УОНИ 13/45. 4. Для конструкций всех групп при расчетных температурах  $-40^\circ\text{C}$  и выше для сварки, выполняемой при отрицательных температурах, выбор материалов производят в соответствии со СНиП III-18-75. 5. Для сварки стали марок 10ХНДП рекомендуются электроды типа Э50А-Ф марки Э-138/50Н (с повышенным содержанием никеля). Автоматическую сварку можно выполнять проволокой марки Св-08Х1ДЮ, выпускаемой по ТУ 14-1-1148-75, в сочетании с флюсом марки АН-348А.

Эти конструкции имеют большое количество коротких, прямоугольных стыковых и угловых швов, выполняемых ручной или частично механизированной сваркой. Фермы сваривают последовательно от середины к опорам. В первую очередь выполняются стыковые соединения, в узлах сваривают сначала лобовые, а затем фланговые швы. В каждом узле вначале приваривают косынки к поясам, а затем стойки и раскосы к косынкам. Последовательность выполнения типичного стыка стропильной фермы предусматривает сварку поясов фермы с горизонтальными накладками в направлении от середины к краям:

горизонтальных накладок с фасонками фермы. При сварке фасонки верхнего пояса с горизонтальными накладками следует выполнять два отдельных угловых шва;

вертикальных накладок с фасонками фермы и горизонтальными накладками. При сварке стыка фермы в горизонтальном положении ферму после выполения швов с одной стороны следует перекачивать на 180° и продолжить сварку в указанной последовательности с другой стороны.

Балки и колонны со сплошным сечением стенки изготовляют из листового металла, причем сначала их собирают без ребер жесткости. Каждый последующий продольный шов сваривают в направлении, обратном сварке предыдущего. Ребра жесткости приваривают одновременно с двух сторон два сварщика в направлении от середины к краям балки. При относительно небольших толщинах и размерах полек и стенок последовательность сварки стыков принятием ального значения не имеет. При толщинах 25 мм и больше и значительных размерах элементов рекомендуется сначала сваривать стык стенок колонны, а затем стыки полок, причем в первую очередь стык пояса, который в работе будет растягиваться. Продольные швы при изготовлении обычно не доводят до конца балки на 400—500 мм и заваривают на месте монтажа в последнюю очередь. Перед сваркой поясных швов места сопряжения стенок с полками рекомендуется зашлифовать. Ступени (участки) поясных швов не должны начинаться и заканчиваться на стыковом шве колонны.

Последовательность сварки стыка подкрановой балки определяется толщиной свариваемых элементов и размерами поясов и стенок. В случае возможности сечения и размеров стенок и поясов балки первым (как и у колонн) следует сваривать стык стенок, затем стыки поясов.

Если сечение стенок значительно меньше сечения поясов и, особенно, если высота стенок значительно превышает ширину поясов, первыми рекомендуется сваривать стыки поясов; при этом сначала сваривают стык нижнего (распянутого) пояса. При сварке балок в стыке стенки зазор должен на 1—2 мм превышать зазор в стыках поясов. Продольные ребра жесткости сначала приваривают к полочечным, а затем к стенке балки, причем вторые швы не должны доходить до стыкового шва на 40—50 мм.

При сварке балок коробчатого сечения, если нельзя выполнить швы с внутренней стороны, следует (по согласованию с авторами проекта) установить изнутри осталоющиеся подкладки толщиной 4—6 мм, а зазор увеличить до 5 ± 1 мм, в том числе в угловых соединениях.

**СВАРКА РЕЗЕРВУАРОВ**

**Вертикальные резервуары.** В настоящее время наиболее распространены полтинный метод изготовления резервуаров. По этому способу стенку, динше и кровлю изготовляют на заводе из отдельных листов с применением механизированной сварки. Готовые подотинца свертывают в рулоны и доставляют на место установки. Рулон динца разворачивают непосредственно на песчаном основании (подушке) резервуара. Если динше состоит из нескольких частей, то их сваривают ручной или механизированной сваркой от середины к краям. На динше устанавливают центральную колонну, после чего рулон стенок ставят вертикально и постепенно развертывают при помощи лебедки и трактора. По мере развертывания стенку прихватывают к динцу. Сверху устанавливают

стропила. После окончательной подгонки и приварки корпуса к динцу выполняют монтажный шов вертикальной стенки внахлестку. Далее сваривают секторы кровли, стойки, лазы и т. д.

Резервуары вместимостью 50—100 тыс. м<sup>3</sup> сооружаемы методом полнотеловой сборки, сваривают преимущественно с помощью механизированных методов. Нахлесточные швы динца выполняют сваркой под флюсом трактором типа ТС-35 с приставкой Н-2 конструкции ВНИИмонтажспецстрой. Используя приставку Т-2, сваривают угловый шов, соединяющий первый пояс стенок с окрайками динца. Остальные соединения динца выполняют полуавтоматами А-1197 или А-765 порошковой проволокой марки ПП-АНЗ или ПП-АНГ. Вертикальные стыковые соединения стенок выполняют с принудительным формированием шва. Рекомендуются следующие режимы сварки вертикальных стыковых соединений резервуара порошковой проволокой марки ПП-2ВДСК:

Толщина металла, мм:		До 22—24	
свариваемого без скоса кромок за один проход	свариваемого с двусторонним скосом кромок за два прохода	22—40	
Зазор между листами, мм:	при толщине, мм:		
8—16	• • • • •	10 ± 2	
18—20	• • • • •	12 ± 2	
22—24	• • • • •	14 ± 1	
при Х-образном скосе кромок	• • • • •	3—6	
Сварочный ток, А	• • • • •	270—380	
Напряжение дуги, В, при толщине, мм:			
8—12	• • • • •	24—25	
12—16	• • • • •	25—27	
16—24	• • • • •	27—30	
Скорость сварки, м/ч:			
без скоса кромок	• • • • •	4—6	
со скосом кромок	• • • • •	4—12	
Уровень сварочной ванны (ниже верхней грани подэунов), мм	• • • • •	10—15	

При сварке корень шва Х-образных соединений формируют медной охлаждаемой трубкой или прутом. Охлаждение формирующих полюзов и трубок — автономное. Сварка выполняется аппаратами типа А-1150У или А-1381М. Возобновить процесс можно в любом месте. Аппарат должен быть установлен так, чтобы конец наложенного шва был выше уровня подушка на 8—10 мм. Этот участок выплавляют дуговым способом и включают механизм перемещения аппарата. При этом целесообразно в зону дуги направить порцию углекислого газа.

**Режимы сварки горизонтальных швов стенок резервуара с полупринудительным формированием порошковой проволокой марки ПП-АНЗ**

Толщина металл- да, мм	Номер слоя	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Угол накл- дона элект- рода, град	Расход углекисло- го газа, л/мин	Скорость сварки, м/ч
12+12	1	400—420	21—22	15	18	35
	2	420—440	21—22	20	18	35
12+14	1	420—440	21—22	20	18	32
	2	430—450	23—24	25	18	32
14+17	1	430—450	23—24	25	18	30
	2	430—450	23—24	30	20	33

Толщина металла, мм	Номер слоя	Сварочный ток, А	Напряженные дуги, В	Угол наклона электрода, град	Расход углекислого газа, л/мин	Скорость сварки, м/ч
17+19	1-2	430-450	23-24	25	20	25
	3-4	430-450	23-24			
19+24	1-2	440-450	24-25	25	20	20
	3-4	440-460	24-25			
24+26	1-2	440-460	24-25	30	22	18
	3-5	450-500	24-25			
	6	450-500	24-25			

Примечание. Скок кромок Х-образная (С15 по ГОСТ 14771-76). Сварку выполняют аппаратом «Дикроматик» фирмы «Арьс» (Бельгия) двумя головками со смещением дуг на 100-150 мм. Новая модель АД-119 (разработка Института электросварки им. Е. О. Патона).

**Шаровые резервуары.** Механизированную сварку резервуаров из стали 09Г2С (М) на манипуляторах ведут по подварочному шву, выполненному вращением электрода типа Э50А диаметром 4 мм или порошковой проволокой. Трактором накладывают швы с внешней стороны в верхней точке резервуара, а затем — внутри в нижней его точке. Сначала заваривают стыки днищ, затем экваториальный стык, меридиональные стыки (через один или два) и в последнюю очередь — кольцевые стыки днищ. Используют проволоку марки Св-08ГА диаметром 4-5 мм и флюс марки АН-348 А. Для резервуаров, эксплуатируемых при температуре от -41° до -60°, применяют проволоку марки Св-08МХ и флюс марки АН-43 или АН-47. Режим сварки: сила тока 600-800 А, напряжение дуги 30-44 В, вылет электрода 30-45 мм.

Сварку шаровых резервуаров без вращения выполняют в углекислом газе автоматом СК-1, проволокой марки Св-08Г2С диаметром 0,8-1,2 мм (соединение — без скола кромок, зазор 18-32 мм, шов формируют на медной подкладке; для обеспечения хорошей защиты сварку ведут в специальной камере) или за один-два прохода аппаратом А-1381М порошковой проволокой ПП-АН12 в углекислом газе с принудительным формированием шва охлаждаемым медным ползуном, на медной шине или по подавочному шву. Режим сварки: скорость сварки 4 м/ч, сила тока 140-160 А, напряжение дуги 18-20 В.

**ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ**

Для сварки корневого слоя в соединенных из сталей класса С 60/45, приварки сборочных приспособлений и других конструкций из низкоуглеродистых сталей можно применить электроды типа Э-46А марки УОНИ 13/45, а для выполнения основных слоев по сечению шва — электроды типа Э50А марки УОНИ 13/55. Не допускается использование электродов с содержанием деформирующих элементов в наплавленном металле выше следующих пределов, %: УОНИ 13/45 — кремний 0,4, марганец 0,7; УОНИ 13/55 — кремний 0,6, марганец 1,4.

Перед выдачей в работу электроды следует прокалывать при температуре 400-420°С, на рабочем месте подавать из сушильной печи теплыми ( $t \geq 45^\circ\text{C}$ ) и использовать в течение не более 2 ч.

Все места наложения швов должны быть защищены до металлического блеска. Сваривать основные швы и приспособления необходимо при температуре не ниже -15°С на стали толщиной до 16 мм и не ниже 0°С на стали толщиной 17-26 мм. При более низких температурах и при большей толщине металла сваривать конструкции следует с обязательным подогревом от 120 до 160°С; температуре контролировать термометрами или переносной термопарой (замер делают с обратной стороны стыка на расстоянии 120-150 мм от оси

шва). Температурные ограничения и подогрев пучины также при прихватке конструкций и приварке сборочных приспособлений. Последние рекомендуются удалять огневой резкой, не разогревая металл конструкции, а остатки металла высотой 3-6 мм защищать пивемозолидом или армированными абразивными кругами. Риски от абразивной обработки металла должны быть направлены вдоль свариваемых кромок. Плавка конструкций с подогревом выше 900°С запрещается.

Зажигать дугу можно только в зоне наложения шва, кратеры следует выводить на наплавленный металл и тщательно заглаживать. При вынужденном обрыве дуги кратер шва вырезает армированным кругом. Не допускается завышение зазора в стыках: вырывы и увеличенные зазоры перед сваркой должны быть заглавлены.

Для механизированной сварки конструкций из сталей класса С 60/45 рекомендуются флюсы марок АН-348А, АН22 и сварочная проволока марки Св-10Г2, Св-10МХ и Св-10НМ, а также керамический флюс марки АНК-50 и проволока марки Св-08ГА. Корневые проходы в толстостенных конструкциях можно выполнять под слоем флюса марки АН-17М проволокой марки Св-08ГА. Для электрошлаковой сварки следует применять флюс марки АН-22 и проволоку марки Св-08ГА или Св-10Г2. Частично механизированную и механизированную электродуговую сварку можно выполнять порошковой проволокой марки ПП-АН19, причем механизированную — с принудительным формированием шва.

**Ориентировочные режимы механизированной сварки под флюсом стальных соединений из стали 16Г2АФ с применением порошковой присадочного материала (ПТМ)**

Диаметр электрода, мм	Толщина металла, мм	Зазор, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход ПТМ на 1 м шва, г
4	10	4	550-650	39-41	50	0,22
4	20	6	800-900	42-45	35	0,5
4	30	7	850-950	42-46	19	0,8
4	40	8	850-950	43-48	14	1,2
4	50	9	1100-1200	44-49	14	1,6
5	10	5	800-825	38-40	50	0,2
5	30	7	850-950	42-45	19,5	0,8
5	50	9	1300-1400	44-48	14	1,6

Примечание. Скок без скола кромок. Применение ПТМ обеспечивает повышение производительности процесса и благоприятный тепловой режим, что позволяет отказаться от предварительного подогрева.

Ручную дуговую сварку сталей 14Х2ГМР ведут электродами марки АНП-2, которые перед сваркой прокалывают при температуре 450-480°С. Для механизированной сварки под флюсом используют флюс марки АН-17М и проволоку марки Св-10ХГН2МЮ, для сварки в углекислом газе — проволоку марки Св-10ХГСН2МЮ.

**Классификация сталей, применяемых в разнородных соединениях**

Класс	Группы на	Характеристика	Марка стали
Перлитные	I	Низкоуглеродистые	ВСт3, 10, 20
	II	Углеродистые и низколегированные	ВСт5, 09Г2, 09ГС, 17ГС, 14Х1С
	IV	Теплоустойчивые хромомолибденовые	15ХМ, 30ХМА
	V	Теплоустойчивые хромомолибденованадиевые	12Х1М1Ф, 15Х1М1Ф, 20Х3МФ, Х5ВФ
	VI	12-ные хромистые коррозиестойкие	08Х13, 12Х13
Мартенситные, ферритные и ферритно-мартенситные	VII	Высокохромистые, кислотоустойкие и жаростойкие	12Х17Т, 15Х25Т, 14Х17Н2
	VIII	12% хромистые жаропрочные	15Х11МФ, 15Х12ВНМФ
	IX	Аустенитные и аустенитно-ферритные, кислотоустойкие и жаропрочные	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 12Х16Н9М2

**Указания по сварке конструкций из разнородных сталей**

Группы свариваемых сталей	Тип электродов	Особенности выполнения
I и II I и IV	Э42А, Э50А	Температура подогрева, близкая к наиболее легированной стали, сварочные материалы, близкие к наименее легированной. Соединение со сталями I группы можно не подвергать термообработке. Соединения, куда входит сталь V группы, отпуская при 630—700°С
I и V II и V	Э09МХ Э09Х1М	Для групп VI—VIII применяют электроды, пригодные для любой из этих сталей. Подогрев по режиму для более легированной стали. Для электродов, обозначенных *, температуру подогрева снижают на 150—200°С. После сварки необходим отпуск, кроме соединений, выполняемых аустенитными электродами
VI и VIII VII и VIII	Э12Х1Х, Э12Х11НМФ, Э10Х25Н13Г2* Э10Х25Н13Г2*, Э08Х24Н6ГАМФ, Э10Х20Н9Г6С	Для сварки сталей группы VI (VIII) и VII применяют аустенитно-ферритные электроды. Температура подогрева по режиму групп сталей VI (VIII). Отпуск 700—750°С и ускоренное охлаждение
I и VI, I и VIII, IV и VI, IV и VIII, I и VII, II и VII, IV и VII	Э09Х1М Э09Х1МФ Э08Х24Н6ГАМФ Э10Х25Н13Н2	Стали I—V с VI—VIII групп сваривают перлитными электродами, имеющими большее легирование. При больших толщинах необходима обточка кромок со стороны группы сталей VI и VIII. Термический цикл — по более легированной стали. Стали групп I—V с VII сваривают аустенитно-ферритными электродами, а при невысоких температурах — аустенитными.

Группы свариваемых сталей	Тип электродов	Особенности выполнения
I, II, IV, V, VI, VII, VIII, и IX	Э10Х25Н13Г2* Э10Х2049Г6С Э11Х15Н25М6АГ2** Э27Х15Н35В3Г25ГТ, Э08Н60Г7М7Т, Э08Х14Н65М15В4Г2, Э07Х19Н11Г3М2Ф*	При сварке используют аустенитные или аустенитно-ферритные электроды, обозначенные*, с заданном аустенитности (для соединений IX с I—V). Жесткие соединения групп III (VI, VII) с IX сваривают электродами, обозначенными**. Корневые швы сваривают электродами с повышенным содержанием молибдена. Термообработка соединений незакаляющихся перлитных сталей и сталей группы IX не нужна

Примечание. Стали групп IV и V при ремонте заваривают высоконикелевыми электродами без последующей термообработки. Возможна также обточка кромок этих электродов с заполнением разделки электродами с содержанием разделки электродами с меньшим содержанием никеля. Обточку кромок, наложение корневых швов выполняют электродами диаметром не более 3 мм при силе тока 60—80 А; сварку — электродами диаметром 4 мм на токах 100—120 А. Стали, требующие подогрева, после сварки следует медленно охлаждать.

**Сварка трубопроводов**

Укрупнительная сварка узлов трубопроводов и труб в секции производится на заготовительных заводах или базах с использованием средств механизации. Сварка неповоротных стыков труб в нитку (монтажная сварка) во многих случаях производится вручную.

**подготовка к сварке**

При подготовке трубопроводов к сварке одним из основных условий является соблюдение требований к разностенности и смещению кромок стыкуемых труб.

**Величина разностенности и смещения кромок**

Назначение трубопровода	Разностенность или смещение кромок при толщине стенки трубы S, мм			
	до 3	3—6	6—10	10—11
Технологический	Продольные швы 0,15 S, но $\geq 2$ мм; поперечные — 0,35 S, но $\geq 3$ мм			
Для пара и горячей воды	0,2 S	0,15 + 0,3	0,15 S	0,15S + 1
Для горячих токсичных и сжиженных газов	0,1 S, но не более 3 мм			
Высокого давления (выше 9,81 МПа)	Внутренние кромок 0,1 S, но не более 1 мм			

Если условия данной таблицы не соблюдены, то должен быть обеспечен плавный переход, при этом конусность не должна превышать 12—15°. При разнице толщин менее 30% (но не более 5 мм) и равенстве внутренних диаметров сва-

риваемых труб допускается плавный переход за счет наклонного расположения шва.

Правку концов труб производят домкратами, а стыковку — с помощью внутренних гидравлических или наружных роликовых центраторов. Продольные стыки смещают не менее чем на 50—100 мм. Трубы малого диаметра, собираемые в раструб, фиксируются с помощью монтажных обжимков. Стыки под сварку обычно готовят или без скоса ( $S=2-4$  мм) или с односторонним скосом двух кромок (горизонтальные стыки собирают с односторонним скосом верхней кромок). Качество сборки проверяют шаблонами.

#### ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

### Способы обеспечения надежного провара корня шва трубопроводов

Способ сварки	Характеристика или назначение способа
Ручная электродуговая сварка корня шва «на весу»	Применение электродов диаметром до 3 мм или электродов с целлюлозным покрытием диаметром 4 мм (сварка сверху вниз)
Ручная аргонодуговая сварка корня шва неглавлящимся электродом	Надежное формирование корневого слоя. Обратную сторону шва защищает инертным газом или флюс-пастой. Часто применяют в комбинации с другими способами, обеспечивающими заполнение стыка
На съемных, остающихся или расплавляемых (кольцевых фигурных) подкладках	Остающиеся подкладки не допустимы при динамических нагрузках на трубопровод или наличии агрессивной среды. Стык с расплавляющимися кольцами требует особенно тщательной подгонки
Подварка корня шва изнутри трубы	Увеличивается трудоемкость сварки. Возможно при диаметре труб более 700 мм
Механизированная на флюсовой подушке (подкладке, заполненной флюсом), флюсомедной подкладке (с канавкой, заполняемой флюсом) или съемных эластичных неметаллических подкладках	Ужесточается сварка секций магистральных трубопроводов, крупногабаритных отводов, продольных швов труб и т. п.
Механизированная аргонодуговая корневая сварка «на весу»	Выполняется с присадкой проволоки или без нее. Требуется тщательной подгонки стыков
Частично механизированная «на весу» корневая сварка в углекислом газе	Сварка трубопроводов из низкоуглеродистых и низколегированных сталей проволокой диаметром 0,8—1,2 мм

**Ручная электродуговая сварка.** Сварка труб выполняется в следующем порядке. Каждый слой шва накладывают двумя или тремя участками. Заварку слоя на каждом из двух участков начинают с нижней части стыка и заканчивают наверху. Чтобы начало и конец шва не совпадали, начало каждого слоя смещают на 50—60 мм вправо или влево от самой нижней точки. С целью равномерного распределения усредненных напряжений первые два-три слоя стыков труб диаметром более 219 мм желательно сваривать обратноступенчатым способом с длиной каждой ступени не более 250 мм. Сварку трубопроводов диаметром более 219 мм рекомендуют выполнять одновременно двумя сварщиками, плавящим швом диаметрально противоположные участки шва. При сварке горизонтальных швов начало валиков нужно сместить на 1/4 длины окружности стыка. Наименьшее расстояние между кольцевыми швами и швами патрубков — 200 мм.

### Классификация проходов при сварке стыков технологических трубопроводов

Толщина стенки, мм	Классификация проходов				
	2-3	4-5	6-9	10-12	13-15
Количество проходов (без подварочного)	1	2	3	4	5

### Режимы ручной электродуговой сварки стыков трубопроводов

Вид покрытия	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Назначение электрода
Органическое	3	80—110	Сварка корневого слоя шва Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва в нижнем положении (поворотный стык)
	4	110—170	
	5	160—200	
	3	110—140	
	4	150—180	
Основное для сварки: снизу вверх	5	200—250	Сварка корневого слоя шва Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва и подварка Сварка верхней полуокружности неповоротных стыков, заполняющих и облицовочного слоев шва поворотных стыков Сварка корневого слоя шва Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва
	4	190—220	
	5	200—250	
	3	90—120	
	4	140—180	
Рутлиловое и рутлило-карбонатное	3	90—120	Сварка корневого слоя шва Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва
	4	140—180	
5	200—250	Сварка верхней полуокружности неповоротных стыков, заполняющих и облицовочного слоев шва поворотных стыков	

### Усредненная линейная скорость ручной электродуговой сварки трубопроводов, м/ч

Слой шва	органическое	Вид покрытия					
		основное для сварки					
		сверху вниз	снизу вверх				
Корневой	18—22	20—25	8—10				
				Горячий проход	14—18	22—28	6—7
Облицовочные	9—12	—	8—9				
				Подварочный	—	—	—
основное для сварки	—	—	—				
				сверху вниз	—	—	—



Марка стали	Тип электрода	Предварительный подогрев при термической резке	Предварительный и сопутствующий подогрев при сварке	Термическая обработка после сварки
Ст. 3, 10, 20 10Г2, 09Г2С, 17ГС	Э42, Э42А, Э46А Э50А	—	—	—
12МХ 15ХМ 15ХМ	Э09МХ Э09Х1М Э10Х28Н12Г2	+	+	+
12Х1М1Ф 12Х5М, 15Х5	Э09Х1МФ Э10Х5МФ, Э28Х24Н16Г6	+	+	+
20Х3МФ 20Х3МФ 08Х13	Э10Х5МФ Э09Х1М Э12Х13	+	+	+
09Х17Т 09Х17Т 09Х17Т 12Х25Т 12Х25Т 12Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х17Н13М3Т	Э10Х17Т Э10Х28Н12Г2 Э28Х24Н16Г6 Э12Х13, Э10Х17Т Э10Х28Н12Т Э02Х19Н9Б Э09Х19Н10Г2М2Б	+	+	+

Примечания: 1. В таблице знаков «+» обозначены необходимость подогрева и термической обработки сварных стыков, отсутствие этого требования обозначено знаком «-».  
2. При сварке трубопроводов высокого давления из углеродистых сталей  $S > 35$  мм независимо от марки стали и электродов называют термическую обработку соединений.

**Ручная аргонодуговая сварка.** Этот способ используют для сварки труб из углеродистых и легированных сталей диаметром до 100 мм при толщине стенки не более 10 мм. При большем диаметре толщина стенки должна быть не более 3 мм или указанным способом сваривают только корень шва.

Для сварки используют неплавящиеся электроды из лантанированного вольфрама марок ЭВЛ-10 и ЭВЛ-20 по СТУ 45-ПМ-1150-63 (диаметр 1—5 мм) или нитрированного вольфрама марки СВИ по ТУ 48-42-73-71 диаметром 2—5 мм. Электроды зачищают на конус длиной 6—10 мм и диаметром притупления 0,5 мм. Вместо поддува при сварке коррозионноустойчивых сталей применяют флюс-пасту ФП-8-2 (ТУ 14-4-736-76) с соотношением 1:1.

**Выбор присадочного прутка в зависимости от марки стали**

Марка стали	Марка прутка (диаметр 1,6—2 мм)	Марка стали	Марка прутка (диаметр 1,6—2 мм)
20	Св-08ГС	12Х1М1Ф	Св-08ХМ
15Х5М	Св-10Х5М	12Х18Н10Т	Св-06Х19Н9Т
15ХМ	Св-08ХМ	0Х13	Св-06Х14
15МХ	Св-08МХ	10Х17Н13М3Т	Св-06Х19Н10М3Т

В качестве источника тока используют сварочные преобразователи или выпрямители с падающей или жесткой характеристикой, но с багдалстким реостатом. Полярность тока — прямая. Возможна сварка на переменном токе с использованием устройства поджига дуги УПД-1М и багдалстного реостата.

Для понижения давления используют редукторы марок АР-10, АР-40, АР-150 или ДКМ-1-70 с ротаметром РС-3 или РС-5. Рекомендуются горелки марок ЭЗР-3, ЭЗР-5, АР-3. Солидо горелки при толщине стенки трубы свыше 40 мм рекомендуется удлинить.

Сварка должна выполняться на возможно короткой дуге (1—1,5 мм). Особое внимание обращают на провар корня шва и заделку кратера. Поддув аргона из горелки прекращают через 5—8 с после обрыва дуги. Горелку перемещают справа налево, а проволоку — навстречу. Оплавленный конец проволоки всегда должен находиться под защитой аргона. При зазоре между трубами до 0,5 мм сварку корневой слоя выполняют без присадочной проволоки. При сварке труб из сталей мартенситного или мартенситно-ферритного класса кромок должны быть нагреты до температуры не ниже 350°С. Стали аустенитного класса нельзя перегревать.

**Количество и длина прихваток**

Диаметр трубопровода, мм	Количество прихваток по диаметру трубы	Длина прихватки, мм
до 100	2	5—10
100—200	3	40—50
200—600	4—5	40—50
Свыше 600	Через 300—400 мм	80—100

Параметры аргонодуговой сварки «на весу» корня шва толстостенных трубопроводов неплавящимся электродом следующие:

Диаметр электрода, мм	3
Сварочный ток, А	100—140
Диаметр присадочной проволоки, мм	2—2,5
Напряжение, В	24—28
Скорость сварки, м/ч	5—10
Расход аргона, л/мин:	
для сварки	8—10
для поддува	4—5
Расход флюс-пасты (вместо поддува), г/м	5—6

Сварка трубопроводов высокого давления

Марка стали	Марка электрода	Марка сварочной проволоки	Допускаемая температура эксплуатации, °С	Предварительный подогрев, °С	Вид термической обработки и температура, °С	Время выдержки	Условия охлаждения
20	УОНИ 13/45	Св-08А	≥ -40	До 200 (при сварке стали 20 с толщиной стенки ≥ 19 мм и 15ГС, 14ХГС с толщиной стенки ≥ 10 мм)	Отпуск: 600—650	3 мин на 1 мм толщины стенки трубы	До 300° С со скоростью 150° С в 1 ч с термозащитной
20	МР-3	Св-08А	≥ -20		600—650	То же	
20, 15ГС	УОНИ 13/55	Св-08Г2С Св-08ГСМТ	≥ -40		600—650	*	
16ГС 14ХГС	ТМУ-21	Св-08Г2С	≥ -40		630—650	$\frac{S}{25}$ 2 ч	
15ХМ	ЦЛ-14, ЦЛ-38	Св-08ХМ	≥ -20	Во всех случаях необходим предварительный подогрев сталей марок 20Х2МА и 15ХМ до 200—250 12Х1МФ и 15Х1М1Ф до 250—300 и 30ХМА до 300—350° С	Отпуск: 690—720	$\frac{S}{25}$ 1.5 ч	То же со скоростью 100° С в 1 ч
15ХМ	ЦУ-2ХМ	Св-08ГСМА	≥ -20		690—720		
15Х5М	ЦЛ-17	Св-10Х5М	≥ -30		730—750		
15Х5М	ЦЛ-17	Св-10Х5М	≥ -30		650—670		
30ХМА	ХЗМ-1	Св-18ХМА	≥ -30		640—660		
20Х2МА	ЦЛ-17	Св-10Х5М	≥ -30		640—660		
22Х3М	ЦЛ-20А ЦЛ-20Б	Св-08ХМ	≥ -30		Нормализация 1000—1020	1.5 ч	
18Х3МВ	ЦЛ-17	Св-18ХМА	0	Необходим предварительный подогрев по ТУ	Отпуск: 670—690	$\frac{S}{25}$ 2 ч	По группе сталей ХМ
20Х3МВФ	ЦЛ-26М	Св-08ХЗГ2СМ	0		670—690		
12Х1МФ	ЦЛ-20А, ЦЛ-39	Св-08ГСМФА	≥ -20		720—750		
15Х1М1Ф	ЦЛ-20Б, ТМЛ-1	Св-08ХМФА	≥ -20		720—750		
12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	ЦТ-15, ЦТ-15-1, ЗИО-3	Св-01Х19Н9, Св-04Х19Н9	До 600; 350—600 после стабилизирующего отжига или аустенизации	То же	Стабилизирующий отжиг. 950—970	2—3 ч	Нагрев до 600° С со скоростью 75° С в 1 ч далее 150° С в 1 ч, охлаждение на воздухе
12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	Л-38М, ЦЛ-11, АНВ-23, ОЗЛ-7, Л-40М	Св-07Х19Н10Б, Св-000Х18Н10	До 450; 350—450 — после стабилизирующего отжига или аустенизации	Подогрев независимо от толщины стенки трубы. Влажность окружающего воздуха должна быть не более 80%, а температура выше -20° С	Аустенизация 1080—1130	2—1.5 ч	Нагрев до 600° С со скоростью 75° в 1 ч, далее 150° в 1 ч, охлаждение на воздухе или в воде
12Х18Н12Т, 08Х18Н12Т	ОЗЛ-8, ОЗЛ-22, ОЗЛ-13, АНВ-13	Св-01Х19Н9, Св-04Х19Н9	До 600	Подогрев независимо от толщины стенки трубы. Влажность окружающего воздуха должна быть не более 80%, а температура выше -20° С	Аустенизация 1080—1130	2—1.5 ч	Нагрев до 600° С со скоростью 75° в 1 ч, далее 150° С в 1 ч, охлаждение на воздухе или в воде
12Х18Н12Т	ОЗЛ-14	Св-07Х19Н10Б	До 350				
08Х18Н12Т	ЭА-400/10У	Св-000Х18Н10					
10Х17Н13М2Т	ОЗЛ-20	Св-04Х19Н11М3					
10Х17Н13Н3Т	ЭНТУ-3М, НЖ-13	Св-06Х19Н10МВТ					
08Х17Н15М3Т	СЛ-28, АНВ-17	Св-000Х17Н14М2					

Примечания: 1. Нормализацию с отпуском назначают для сварных соединений, предназначенных для работы в водородосодержащих средах и для работы при температурах 401—510° С (20Х3МВФ). Термообработку осуществляют индукционными нагревателями, газовыми горелками или гибкими нагревательными элементами сопротивления. Электронагреватели питаются от серийных трансформаторов марок ТД-500, ТДФ-1001 и т. п. Теплоизоляционный материал — кремнеземистая ткань.

2. Сталь 15ХМ электродами типа АНЖР можно сваривать без термообработки.

**Механизированная сварка.** В санитарных устройствах, системах масляно-смазки и автоматического управления производственными процессами широко распространены тонкостенные трубопроводы малого диаметра. Здесь используют, в основном, трубы диаметром до 40 мм из низкоуглеродистых, в том числе оксидированных, сталей с толщиной стенки до 3 мм. До недавнего времени на монтаже этих трубопроводов использовалась газовая сварка. В настоящее время внедрена электродуговая сварка рутинными электродами диаметром 3 мм, что позволяет в 1,6—1,7 раза увеличить производительность труда, второе — уменьшить выгорание динка при сварке оксидированных труб. Механизацию процесса осуществляют тремя следующими способами:

частично механизированной сваркой в углекислом газе проволокой марки Св-08Г2С (Св-08ГС, Св-12ГС) диаметром 1 мм на постоянном токе обратной полярности полуавтоматами типа ПРМ, А-547УМ и т. п. при силе тока 140—180 А, напряжении дуги 20—22 В, вылете электрода 10—14 мм;

частично механизированной сваркой самозащитной проволокой марки Св-15ГСТЮЦА (ЭП-439) диаметром 0,8—1 мм на постоянном токе прямой полярности силой 120—150 А и напряжении дуги 22—23 В. Кроме полуавтоматов типа ПРМ, А-547УМ и других применяются специальные полуавтоматы А-1114М;

дугоконтактной сваркой труб диаметром 15 и 20 мм автоматической головкой марки УДК-204. Сила тока 260 А, напряжение дуги 28 В. Установки УДК-27-01 (1 и 2 модификации) позволяет также сваривать трубы диаметром 8—27 мм на расстоянии до 75 м от источника тока. Производительность сварки составляет 50—60 стыков в 1 ч.

**Ориентировочные режимы сварки оксидированных труб**

Толщина металла, мм	Способ сварки	Сварочный материал		Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
		Марка	Диаметр, мм		
1,6	В углекислом газе	Св-08Г2С	0,8—1	80—100	20
3	То же	Св-08Г2С	1—1,2	110—150	19—20
1,6	Самозащитной проволокой	Св-15ГСТЮЦ	0,6—0,8	60—90	20—21
3	То же	Св-15ГСТЮЦ	1	100—130	21—23

Стяжки труб диаметром 57—530 мм сваривают в углекислом газе в соответствии с режимами, приведенными на с. 165.

**Режимы частично механизированной сварки стыков трубопроводов в углекислом газе**

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Количество проходов	Поперечные стыки			
			Корневой шов		Последующие слои	
			I св. А	U д. В	I св. А	U д. В
1—2	0,8	1	80—100	19—21	—	—
3—5	1,2	1	140—180	22—24	—	—
6—8	1,2	2	130—150	20—23	150—200	22—24
10—12	1,2	2	140—160	21—24	200—250	24—28
10—12	1,6	2	280—300	28—30	320—380	30—32
10—12	2,0	2	280—300	28—37	400—450	30—34
14—16	1,2	2—3	140—160	21—24	200—250	24—28
14—16	1,6	2	280—300	28—30	320—380	30—32
14—16	2,0	2	280—300	28—32	400—450	30—34
18—20	1,2	3—4	140—160	21—24	200—250	24—28
18—20	1,6	2—4	280—300	28—30	320—380	30—32
18—20	2,0	2—4	280—300	28—32	400—450	30—34
22—24	1,2	4—10	140—160	21—24	200—250	24—28
22—24	1,6	3—8	280—300	28—30	320—380	30—32
22—24	2,0	3—8	280—300	28—32	400—450	30—34

Продолжение

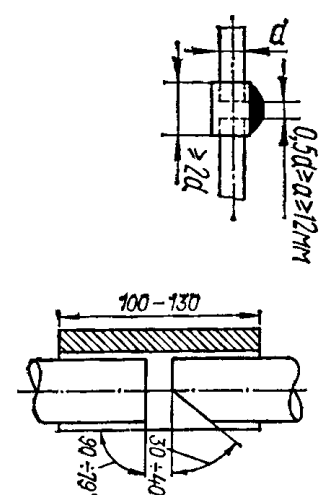
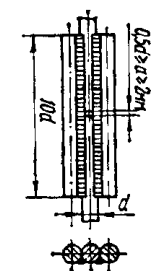
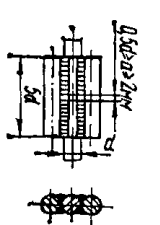
Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Количество проходов	Неповоротные стыки				Последующие слои			
			Корневой шов		Последующие слои		Последующие слои		Последующие слои	
			I св. А	U д. В	I св. А	U д. В	I св. А	U д. В	I св. А	U д. В
1—2	0,8	1	80—90	19—21	—	—	—	—		
3—5	1,2	1	120—130	20—23	—	—	—	—		
6—8	1,2	2	110—130	20—23	140—160	21—23	—	—		
10—12	1,2	2—3	130—150	21—24	150—185	21—25	—	—		
10—12	1,6	—	—	—	—	—	—	—		
10—12	2,0	—	—	—	—	—	—	—		
14—16	1,2	2—4	130—150	21—24	150—185	21—25	—	—		
14—16	1,6	—	—	—	—	—	—	—		
14—16	2,0	—	—	—	—	—	—	—		
18—20	1,2	4—8	130—150	21—24	150—185	21—25	—	—		
18—20	1,6	—	—	—	—	—	—	—		
18—20	2,0	—	—	—	—	—	—	—		
22—24	1,2	6—15	130—150	21—24	150—185	21—25	—	—		
22—24	1,6	—	—	—	—	—	—	—		
22—24	2,0	—	—	—	—	—	—	—		

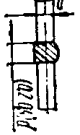
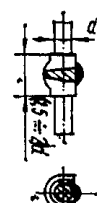
Примечание. Вылет электрода диаметром 0,8—1,2 мм должен быть 8—12 мм. Диаметр 1,6—2 мм от 20 до 25 мм. Расход углекислого газа при сварке тонким электродом составляет 500—600, толстым электродом 1000—1200 л/ч. При сварке на сквознике или открытом воздухе расход газа возрастает в 1,2—1,5 раза или применяют защитные насадки (камеры).

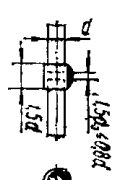
Головная стенка, мм	Припуск, мм	Зазор, мм	Проход	Сварочный ток А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Амплитуда колебаний, мм
5	0-1	1-1,5	1	100-120	19-21	15-18	0
	1,5-2	1-1,5	2	120-140	20-22	15-18	3-4
10	1-2	1-1,5	1	140-180	20-21	18-20	0
			2	110-130	20-22	15-18	3-5
			3	150-180	23-25	15-18	8-10
			1	130-140	21-23	15-18	0
			2	130-140	22-24	15-18	3-5
			3	130-140	22-24	15-18	8-10

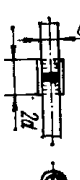
Примечание. Электрод смещают с центра трубки против направления вращения на 20-30°. Для сварки применяют сварочную проволоку марки Св-08Г2С диаметром 1 мм. Защита в углекислом газе.


**Сварка арматуры железобетона**

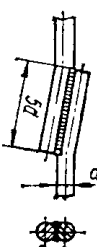
Вид сварки и тип соединения	Конструкция соединения	Класс стали	Диаметр стержня, мм
Электродная и вынужденная сварка стержней в срединной фазе (медной или графитовой)		A-I A-II A-III	20-40 20-60 20-40
Ванная многоэлектродная сварка стержней с железобетонной стальной подкладкой		A-I A-II A-III	20-40 20-80 20-40
Ванная одноэлектродная сварка стержней с железобетонной подкладкой		A-I A-II A-III	20-32 20-32 20-32

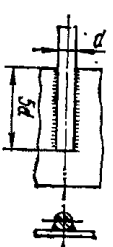
Вид сварки и тип соединения	Конструкция соединения	Класс стали	Диаметр стержня, мм
Ванная сварка стержней с железобетонной стальной подкладкой		A-I A-II A-III	20-10 20-80 20-32
Дуговая сварка стержней с железобетонной подкладкой многослойными швами		A-I A-II A-III	20-32 20-32 20-32

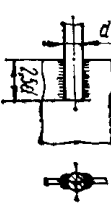
Дуговая сварка стержней двумя фланговыми швами		A-I A-II A-III A-IV	8-40 10-80 8-40 10-32
--	---	------------------------------	--------------------------------


То же, четырем фланговыми швами		A-I A-II A-III	8-40 10-80 8-40
---------------------------------	--	----------------------	-----------------------

Дуговая сварка внахлестку одним фланговым швом		A-I A-II A-III	8-40 10-40 8-40
--	---	----------------------	-----------------------

То же, двумя фланговыми швами		A-I	8-40
-------------------------------	---	-----	------

Дуговая сварка стержней с полосовой или фасонной сталью двумя фланговыми швами		A-I A-II A-III	8-40 10-10 8-40
--	---	----------------------	-----------------------

То же, четырьмя фланговыми швами		A-I A-II A-III	20-40 20-80 20-40
----------------------------------	---	----------------------	-------------------------

Сварка стержней с пластинками электродуговойными точками		A-I	8-10 8-12-16
--	---	-----	-----------------

Примечание. К классу А-I относятся стали марок СтЗсп, СтЗспЗ, СтЗспЗ и т. п., А-II — ВСтЗсп2, ВСтЗсп2, 10Т, 18Г2С, А-III — 35ГС, 25Г2С.

Указания по сборке и сварке стержневой арматуры. При сборке должна строго соблюдаться соосность стержней. Смещение не должно превышать 0,1 d, а перелом в месте стыка — не более 3°.

Размеры фланговых швов: высота  $h = 0,25 d$ , но не менее 4 мм, ширина  $b = 0,5 d$ , но не менее 10 мм.

Для сварки стержней из стали всех классов, кроме А-1, применяют электроды марки УОНИ 13/55У или аналогичные. Арматуру диаметром до 36 мм сваривают электродами диаметром 4—5, арматуру диаметром 40 мм и выше — электродами диаметром 5—6 мм. Для механизированной сварки применяют проволоки диаметром 1,6—2 мм (Св-08А, Св-08ГА, Св-10ГА), порошковую проволоку диаметром 2,3 мм.

Сварку выполняют без перерыва до полной заварки стыка, обязательно заглавляя кратеры. Затем заваривают фланговые швы.

Сила тока при ручной сварке колеблется от 220 А при  $d = 20$  мм до 330 А — при  $d = 40$  мм.

При температуре ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , как правило, арматуру не сваривают. Силу тока на морозе увеличивают на 5—10%. При температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$  рекомендуется снизить скорость охлаждения стыковых соединений, выполненных данным способом, для чего стык прикрывают или обмотать мягким асбестом, формирующие элементы снимать после остывания до температуры  $100^{\circ}\text{C}$ . Иногда требуется подогреть стержней газовой пламенем на расстоянии до 3—4 d в обе стороны от стыка до температуры  $200—250^{\circ}\text{C}$ .

Оцинкованные стальные элементы следует сваривать при максимальной силе тока. Зазор между плоскими элементами, собранными внахлестку или втавар, должен быть не менее 0,5 мм. При толщине сопрягаемых оцинкованных элементов более 12 мм следует обеспечить зазор в местах наложения швов не более 1,5 мм.

Монтажные швы и места с нарушениями во время сварки цинковым покрытием следует восстанавливать путем металлизации или протекторными обмазками.

При увеличенных, по сравнению с указанными на эскизах к таблице (см. таблицу на с. 166), зазорах между стыкуемыми стержнями допускается при монтаже одной вставки из арматуры того же класса и диаметра. Длина выпусков арматуры из тела бетона должна быть не менее 150 мм при нормальных зазорах и 100 мм при использовании вставки.

### Ориентировочные режимы попутного магнетической ванны сварки однокордных стержней проволокой диаметром 2 мм

Диаметр стержня, мм	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряжение дуги, В	Сварочный ток А	Вылет электрода, мм	Глубина шлаковой ванны, мм	Продолжительность сварки, с
---------------------	--------------------------------	--------------------	-----------------	---------------------	----------------------------	-----------------------------

#### Горизонтальные стержни

20	280—310	38—42	300—420	30—60	10—15	45—55
28	370—400	40—44	350—500	30—80	10—20	75—90
32	370—400	40—44	350—500	30—80	10—20	95—105
36	460—500	42—46	400—500	40—80	10—20	110—120
40	460—500	42—46	400—500	40—80	10—20	120—130

#### Вертикальные стержни

20	280—310	36—40	280—420	20—60	10—15	80—90
28	370—400	40—44	350—500	20—80	10—20	110—120
32	370—400	40—44	350—500	20—80	10—20	140—150
36	460—500	45—48	420—500	30—80	10—20	160—170
40	460—500	45—48	420—500	30—80	10—20	20—240

Техника сварки горизонтальных стержней: пролаивать нижние крошки, заглавливать зазор возвратно-поступательно или зигзагами, без перерыва, на предельно короткой дуге. С целью успокоения ванны электрод периодически закорачивать. Для выхода шлака прожечь отверстие на уровне, превышающем на 4—6 мм поверхность жидкого металла. Усиление шва 3—4 мм над поверхностью стержней. Боковые углы Огления между стержнями и накладкой заварить в последнюю очередь. Катет шва  $k = d/2,5$  мм.

Техника сварки вертикальных стержней: пролаивать в угол торца нижнего стержня. Затем — припущение верхнего стержня. Поднятая по скошенной части торца верхнего стержня, наплавленная слон в подупотоочном положении. Заполнить раздельку, сделав усиление до 6 мм.

### Сварка изделий из пластмасс

В основе сварки пластмасс лежит процесс взаимодействия макромолекул при контакте свариваемых деталей. Этот процесс может быть диффузионным (при сварке плавлением) или химическим.

Сварка плавлением применяется для термопластов, химическая — для реактопластов.

### Применение пластмасс в сварных конструкциях и изделиях

Наименование (вид)	Применение
Полиэтилен (пленки, трубы, прутки)	Трубопроводы химических производств, тара, упаковка теплиц, крупноформзные конструкции
Винилпласт (лист пленки, трубы, прутки)	Конструкции, трубопроводы и изделия химических производств, баки, ванны, футеровка сосудов, резервуаров, травильных и электролитных ванн
Полипропилен (пленки, трубы)	Конструкции и изделия с высокими механическими свойствами и незначительной газопроницаемостью, трубопроводы химических производств и горячей воды
Полиамин (пленки, трубы, прутки)	Конструкции для остекления парников, теплиц, водонепроницаемая тара и обкладка стен вагонов и зданий, трубопроводы для водоснабжения полей, садов и т. п.
Полистирол	Электрическая изоляция, предметы культурно-бытового назначения
Полиметилметакрилат	Крупногабаритные конструкции, сосуды, прозрачные модели и т. д.
Полиизобутилен	Обкладка травильных и электролитных ванн, цистерн, кислотохранилищ, изоляция конструкций фундаментов, облицовка туннелей и др.
Пластикат из поливинилхлоридных смол	Обкладка травильных и гальванических ванн
Фторопласт (лист, пленки, трубы)	Конструкции и изделия, в которых требуются высокие тепловая и химическая стойкость и диэлектрические свойства

### Способы сварки пластмасс

Сварка газовым теплоносителем заключается в следующем. Свариваемые крошки и присадочный прутки нагревают подогретым воздухом или инертным газом до вязкотекучего состояния. Сварной шов образуется под действием механического усилия, передаваемого через присадочный прутки, или путем сдвигания свариваемых поверхностей.

При сварке пленок и листов малой толщины применяется сварка без присадочного материала, с подогревом тела к наружным поверхностям материала и сваркой их вынахлестку при склеивании.

Сваркой газовым теплотелем выполняются стыковые, нахлесточные, угловые и тавровые соединения (рис. 13). Присадочный материал представляет собой прутки круглого (диаметром 2—6 мм) или другого сечения, которые, нагреваясь, размягчаются и своей массой заполняют шов под небольшим давлением. При сварке пленок — ленту шириной 10—15 мм. Листы и трубы толщиной 4 мм и более сваривают прутком за несколько проходов (слоев). Для повышения прочности и длительности применяют прутки треугольного или квадратного сечения (по сечению раздельки кромок) или сдвоенные. Эффективно использование предеварительного подогрева прутка и раздельки, а также специальных наконечников горелки.

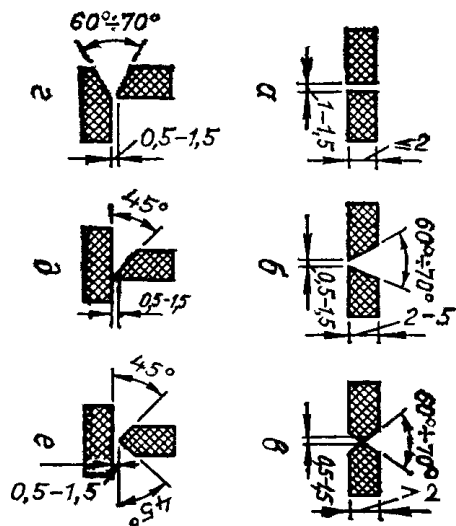


Рис. 13. Подготовка кромок деталей перед сваркой горячим газом:

а — без раздельки кромок; б, в — с разделькой кромок; д, е — разделька кромок углового соединения; д, е — разделька кромок таврового соединения.

нок, образующих нахлесточное соединение. Диск, пластина, лентос, профилированных инструмент нагревают электрическим током, открытым пламенем и т. д. После нагрева свариваемые кромки разводят, инструмент убирают, а оплавленные поверхности соединяют под небольшим давлением и сваривают. Сварка труб в зависимости от диаметра и толщины стенки может производиться встык и врасступ. При сварке встык соединение осуществляется по торцам труб, а нагревательный инструмент представляет собой плоский диск или кольцо. При контактной сварке врасступ соединяют по внутренней поверхности расступба и наружной поверхности трубы, а нагревательный инструмент имеет гильзу для оплавления наружной поверхности труб и дорн для оплавления внутренней поверхности расступба.

**Сварку экструдированной присадкой** (экструзионную сварку) выполняют с помощью экструдера, обеспечивающего непрерывную подачу расплава, получаемого из гранулированного материала или расплавленного прутка. Как разновидность этого способа применяют так называемую контактно-экструзионную сварку, когда нагретое солено касается кромок, дополнительно нагревая их. При третьем способе — сварке литьем — присадочный материал подает в зону соединения непосредственно из литейной машины.

В первых двух случаях экструдированной присадкой можно сваривать стыковые, угловые и нахлесточные соединения. При сварке стыковых соединений применяют V- и X-образную раздельку кромок с углом раскрытия 70—100° при V-образной и 60—80° при X-образной раздельке. Зазор составляет 0,5—1,5 мм, диаметр струи расплава 3—4 мм, температура присадочного материала 220—280° С. Прочность сварного соединения выше при сопутствующей прокатке формируемого шва роликом с силой 10—80 Н. Для сварки термопластов экструдированной присадкой применяют полуавтоматы типа ПСП-39 и ПСП-4 со шнеко-

вым листогибам-экструдерами, а также ПСП-5 и РЭСУ-500 с листогибам-экструдерами прямогонного типа.

**Сварку инфракрасным излучением** производят аналогично контактной сварке встык, но с расположением нагревательного элемента, нагретого до необходимой температуры, на некотором расстоянии от торцов свариваемых труб. Процесс нагрева труб основан на свойстве термопластичных материалов поглощать инфракрасное излучение и превращать электромагнитную энергию в тепловую. В различных термопластах по-разному происходит поглощение лучистой энергии поверхностями слоями и, в зависимости от степени прозрачности материала, также и внутренними слоями, что определяет скорость и глубину прогрева материала.

При сварке **растворителями** необходима подвижность молекулярных цепей создается за счет набухания контактирующих поверхностей в присадке-растворителе или смеси растворителей.

**Сварка трением** основана на получении тепловой энергии для оплавления и сварки торцов надельки (чаще всего труб) за счет перехода механической энергии трения деталей относительно друг друга в тепловую. Различают три схемы процесса сварки трением: вращением свариваемых деталей или вставки между ними, вибрации свариваемых деталей или промежуточного элемента, комбинации этих двух схем.

Некоторые пластмассы (полиэтилен, полипропилен) и изделия могут свариваться также токами высокой частоты (ТВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ), ультразвуком (УЗ), светом, холодной сваркой.

**ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

**Технические характеристики ручных горелок для сварки термопластов газовым теплотелем с присадочным прутком**

Наименование показателя	Единица измерения	ГК-1	ГП-1	ГП-1-97
Принцип нагрева газа-теплогоспители	—	От поверхности, нагретой при стоянии горючего газа	За счет смешивания с продуктами сгорания	Электроподогрев напаянные на спирали 36 В мощность 0,5 кВт
Давление: пропана или природного газа	МПа	0,05—0,1	0,01—0,1	—
Расход: пропана природного газа воздуха	МПа м³/ч м³/ч м³/ч	0,1—0,2	0,08—0,5	0,015—0,1
Температура газа-теплогоспители	°С	До 3	До 3,5	До 3
Диаметр присадочного прутка	мм	До 3	3—6	3—5
Масса горелки	кг	0,35	0,5	0,38

### Технические характеристики полуавтоматов и машин для сварки термопластов газовым теплоносителем

Наименование показателей	Единица измерения	Полуавтоматы		Машины	
		ПТП-1	«Гнезжа»	МСП-5М	СПК-М
Вид сварки	—	С присадочным пруток		Без присадки	
Напряжение: питающей сети на нагревателе горелки на тележке	В В В	220 36,30,24 24	220 — —	220 36 —	380 36 —
Потребляемая мощность	кВт	0,75	1,2	1,5	2
Толщина свариваемого материала	мм	До 4	До 4	До 0,2	До 0,2
Скорость сварки	м/мин	До 1	1,7—10	0,8—11	0,6—5
Минимальное давление воздуха	МПа	0,05	—	0,06	0,06
Расход воздуха	м³/ч	1,2	—	0,85	0,85
Максимальная температура воздуха	°С	500	—	350	350
Масса: полуавтомата (машины) источника питания	кг кг	14 30,5	— —	— 280	— 1200

### ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

### Режимы сварки некоторых термопластов газовым теплоносителем с присадочным пруток

Материал	Характеристика газа-теплоносителя		Скорость, м/мин, при сварке одностороннего шва пруток диаметром, мм		Сила выдавливания в шов на 1 мм² площади сечения присадочного пруток, Н	
	Давление МПа	Расход, м³/ч	3	4		
Жесткий поливинилхлорид (ПВХ (винилпласт))	0,006—0,04	1,5—1,8	200±15	0,17±0,03	0,13±0,03	3
Полнугнетен высокомолекулярный (ПЭВД)	0,035—0,07	2—3	240±15	0,17±0,03	0,13±0,03	3
Полнугнетен низкого молекулярного (ПЭНД)	0,04—0,07	2—3	250±15	0,17±0,03	0,13±0,03	3
Полипропилен	0,03—0,07	2—3	260±15	0,17±0,03	0,13±0,03	3
Пентапласт	0,07—0,15	2—3	300±15	0,15±0,03	—	3
Полиметилметакрилат	—	0,7—1,5	300±15	—	—	0
Полиамид-54	—	0,375	240—280	—	—	0

Примечание. Прочность сварных соединений, выполненных газовым теплоносителем с присадочным пруток, составляет для винилпласта 0,4—0,6 полиметилметакрилата — 0,3—0,4 полипропилен — 0,4—0,5 прочность основного материала. С помощью газового теплоносителя без присадочного материала преимущественно сваривают наиболее неустойчивые соединения из пленок и листов из мягких термопластов.

### Основные параметры режима контактной сварки термопластов

Термопласт	Температура нагрева, °С	Время, с		Давление, МПа
		нагрева	выдержки после сварки	
Полнугнетен:				
ПЭНД	220—250	30—180	30—900	0,03—0,06
ПЭВД	210—230	20—120	30—600	0,02—0,05
Полнугнетен	230—260	30—180	30—900	0,05—0,1
Полнугнетенхлорид (винилпласт)	240—250	40—70	30—150	0,01—0,03
Полиизобутилен	250	20—50	20—50	—
Полнугнетенгерафалат (лавсан)	320	20—25	30	0,15—0,20
Поламид 6	400—440	15	30	0,8—1
Полнугнетен	160—180	25—30	30—60	—
Полнугнетенметакрилат Ст-1	280—300	25	30—60	—
Полиметилметакрилат (пластифицированный)	240—280	25	25—30	0,6—0,8
Полнугнетенхлорид пластифицированный	180—200	20—60	30—60	0,01—0,03

### Режимы сварки полимерных пленок контактным нагревом

Материал	Толщина, мм	Температура инструмента, °С	Давление, МПа	Выдержка, с	Односторонний контактный нагрев	
					Давление, МПа	Выдержка, с
Полнугнетен:						
ПЭВД	30—45	130—140	0,05—0,06	2—3		
	60—90	140—160	0,05—0,06	2—3		
	150—200	160—180	0,05—0,06	2—3		
ПЭВД	60—150	200—220	0,06—0,08	2—3		
	60—150	230—240	До 0,1	2—3		
Полнугнетен	60—150	200—220	0,06—0,08	2—3		
Соплимер этилена с пропилена	60—150	185—200	0,06—0,08	5—6		
Полнугнетен						
ПЭНД	150—600	160—170	0,08—0,09	2—3		
СЭП-10	150—300	160—170	0,08—0,09	2—3		
Полнугнетен	150—300	180—200	0,09	2—3		
Поламид	130—200	210—220	0,04—0,05	10—15		
Фторопласт-4	100—200	390—400	0,02—0,05	120—150		

### Двусторонний контактный нагрев

Материал	Толщина, мм	Температура инструмента, °С	Давление, МПа	Выдержка, с
ПЭНД	150—600	160—170	0,08—0,09	2—3
СЭП-10	150—300	160—170	0,08—0,09	2—3
Полнугнетен	150—300	180—200	0,09	2—3
Поламид	130—200	210—220	0,04—0,05	10—15
Фторопласт-4	100—200	390—400	0,02—0,05	120—150

Наименование показателей	Единица измерения	Материал труб			
		ПЭНД	ПЭВД	ПП	ПВХ
Температура сварки	°С	240 ± 10	220 ± 10	240 ± 10	245 ± 5
Давление сжатия торцов труб при оплавлении	МПа	0,02—0,05	0,02—0,05	0,04—0,08	0,08—0,05
Время оплавления при толщине стенки трубы, мм:					
4	с	50	35	60	35
6	с	70	50	80	45
8	с	90	70	90	50
10	с	110	85	100	60
12	с	130	100	150	70
14	с	160	120	180	—
16	с	180	160	230	—
Давление осадки	МПа	0,2—0,3	0,1—0,2	0,2—0,3	0,2—0,3
Время охлаждения стыка под давлением при толщине стенки трубы, мм:					
4—6	с	180—300	180—240	180—300	120—180
7—12	с	360—540	300—480	360—600	180—300
14—16	с	600—900	600—900	720—980	—

Примечания: 1. Промежуток времени между окончанием нагрева и соединением оплавленных торцов труб не должен превышать 2—3 с. 2. При изменении температуры окружающей среды время оплавления следует корректировать по высоте графа, которая в зависимости от толщины стенки должна составлять 1,5—2 мм при толщине стенки 4—9, 2—2,5 при 9—12, 2,5—3 при 12—16 мм.

### Сварка конструкций из титана и его сплавов

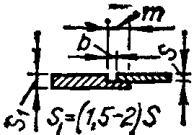
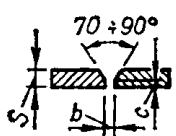
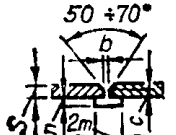
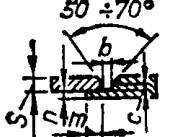
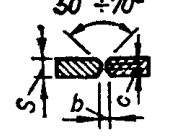
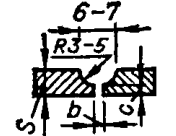
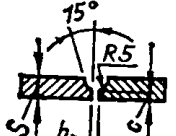
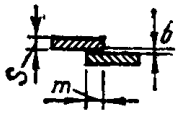
Сварные конструкции из титана и его сплавов готовят из сплавов титана следующих марок: ВТ1-00, ВТ1-0, ОТ4-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ-4, ВТ5-1, ВТ-5, ВТ6-С, АТ3.


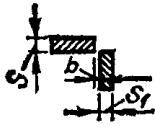

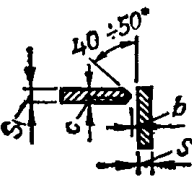
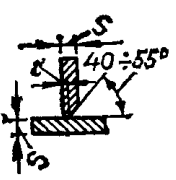
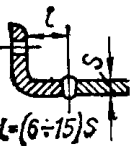
### СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Типы сварных соединений и конструктивные элементы подготовки кромок под сварку конструкций из титана [7]

Тип соединения	Толщина S, мм	Размеры, мм				Способ сварки	Область применения
		b	n	m	c		
	0,5—3	0—0,1S	—	—	—	Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом непрерывной и импульсной дугой	Сварка линейных и кольцевых швов
	0,8—3	0—0,1S	—	—	—	То же	То же
	0,3—3	0—0,2S	0,5—3,0	0,4—10	—	*	*
	1—3	0—0,2S	0,3—0,4	1—2S	—	Автоматическая сварка неплавящимся электродом непрерывной и импульсной дугой	Сварка кольцевых швов



Тип соединения	Толщина $S$ , мм	Размеры, мм				Способ сварки	Область применения
		$b$	$n$	$m$	$c$		
	1—1,5	0—0,2S	—	3S	—	Автоматическая сварка импульсной дугой	Сварка монтажных стыков, кольцевых и круговых швов
	1,5—2,5	0—0,2S	—	3S	—	Автоматическая сварка неплавящимся электродом непрерывной дугой	То же
	3—10	0—0,15S	—	—	1—1,5	Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадкой	Сварка продольных и кольцевых швов
	3—6	0—0,15S	2—3	12—15	1—1,5	То же	То же
	6—12	0—0,15	3 и более	6—8	1,5—2,0	Ручная и автоматическая сварка неплавящимся (с присадкой) и автоматическая плавящимся электродом	»
	6—25	0—0,1S	—	—	1,5—2	Автоматическая сварка плавящимся и неплавящимся электродами и неплавящимся электродом с присадкой	»
	3,5—5	0—0,1S	—	—	2	Автоматическая сварка вольфрамовым электродом с присадочным материалом и плавящимся электродом	Сварка изделий с односторонним подходом
	Свыше 5	0—0,1S но не более 2,0	—	—	2—10	То же	То же
	0,5—1,5	0—0,1S	—	12—15	—	Точечная аргодуговая сварка	Приварка бобышек и других накладок, а также фланцев; заварка ожог, обшивок и пр.
	2 и более	0—0,1S	—	8—10	—	Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадкой или без нее (для малых толщин)	То же

Тип соединения	Толщина, S мм	Размеры, мм				Способ сварки	Область применения
		b	n	m	c		
	1 и более	0—0,1S	—	—	—	Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадкой	Приварка ребер жесткости
	1 и более	0—0,1S	—	—	—	То же	То же
	1 и более	0—0,1S	—	—	—	»	»
	3 и более	0—0,2S	—	—	1—2	Ручная и автоматическая сварка вольфрамовым электродом с присадкой и плавящимся электродом	»
	3 и более	0—0,2S	—	—	1—2	Ручная и автоматическая сварка вольфрамовым электродом с присадкой и плавящимся электродом	Приварка ребер жесткости
	1,8—3	—	—	—	—	Автоматическая и ручная сварка неплавящимся электродом без присадки и с присадочным металлом	Сварка кольцевых и продольных швов, приварка фланцев и др.

Примечания: 1. В первых шести типах соединений при механизированной и ручной сварке с присадочным материалом зазор между свариваемыми кромками допускается на 30% выше.

2. Смещение кромок деталей относительно друг друга не должно превышать 0,1 мм — для толщин до 1,2; 0,2 мм — для толщин от 1,2 до 3; 0,5 мм — для толщин от 3 до 5 и 0,8 мм — для толщин свыше 5 мм.

3. Основные типы и конструктивные элементы подготовки кромок для швов, выполняемых автоматической сваркой под флюсом, — согласно ГОСТ 8713—79.

**Механические свойства присадочных проволок для сварки титана**

Марка проволоки	Диаметр, мм	ТУ или ОСТ	σ <sub>в</sub> , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )		δ, %
			не менее		
ВТ1-00	1—1,7	ОСТ 1-90015-71	480 (48)		15
ОТ 4-1	1—1,4 1,5—3 3,5—7		800 (80) 800 (80) 800 (80)		7,5 9 12
ОТ4	1—1,4 1,5—3 3,5—7		850 (85) 850 (85) 850 (85)		7 9 10,5
СПТ-2	2—7	ТУ 1-9-105-71	680(68)		13

Примечание. Следует применять отожженные, дегазированные проволоки, хранить их в металлических контейнерах или плотной упаковке.

**ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ**

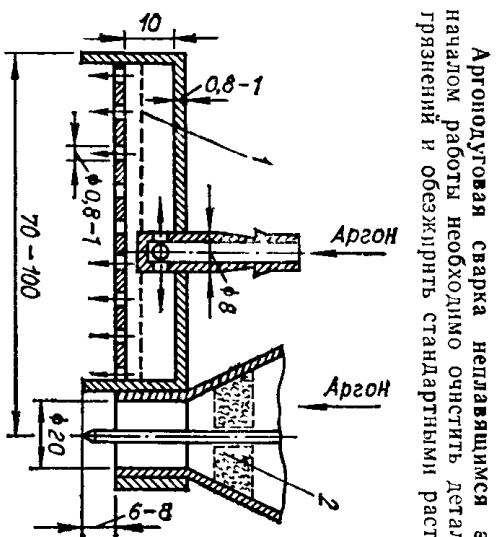


Рис. 14. Насадка для защиты наружной стороны шва при сварке титана:

1 — сетка; 2 — титановая стружка. При сварке кольцевых швов насадка должна быть изготовлена соответственно конфигурации надетая.

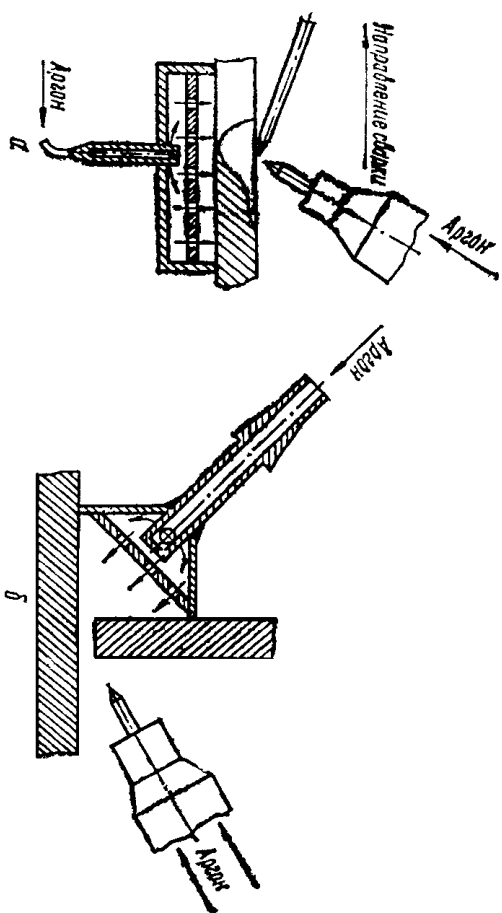
без поперечных колебаний. Вылет электрода 5—7 мм. Каждый валок многоослонного шва нужно тщательно очищать от окисной пленки.

Установочная длина дуги 1—1,5 мм. Ось вольтфрамового электрода устанавливается перпендикулярно к оси надетая. Диаметр сола горелки составляет 14—

Аргондуговая сварка неглавным электродом. Непосредственно перед началом работы необходимо очистить детали и присадочную проволоку от загрязнений и обезжирить стандартными растворителями: спиртом этиловым, бензином, ацетоном и т. д. Сварку рекомендуется проводить без перерыва, начинать и заканчивать на технологических планках. Для защиты шва следует применять специальные насадки и поддувать трубу для трубопроводов в нитку необходимо заполнить участками или продувать всю нить защитным газом. Объем газа для заполнения полости должен быть в 5 раз больше, чем объем полости. Время продувки определяют экспериментально. Например, для сварки трубы Ø 300 X 8 мм при расходе газа 10, 12, 20 л/мин оно равно соответственно 7,5, 4,5 и 3,5 мин.

Подавать присадку следует непрерывно под углом 10—20° к направлению. Сварка — «углом вперед» — 7 мм. Каждый валок многоослон-

Рис. 15. Камера для защиты обратной стороны шва стыковых (а) и тавровых (б) соединений.



16 мм, а для толщины 6 мм и более — 18—20 мм. После окончания сварки инертный газ следует подавать до полного остывания нагретых участков.

Перед наложением последующего валика предыдущий тщательно очищают от окисной пленки, характеризирующейся появлением цветов побежалости. При хорошей защите шов имеет серебристый оттенок.

**Режимы ручной аргондуговой сварки**

Толщина металла, мм	Диаметр вольтфрамовой проволоки, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход аргона для защиты, л/мин	
					дуги	сварного шва (в насадку) и его обратной стороны
0,5—1	1,5—2,0	1,0—1,5	25—60	8—10	8—10	2—4
1,5	1,5—2,0	1,5—2,0	60—80	10—12	10—12	2—4
2,0	2,0—2,5	1,5—2,0	80—100	10—12	10—12	2—4
3,0	2,5—3,0	2,0—3,0	120—160	10—14	10—12	2—4
4,0	2,5—3,0	2,0—3,0	120—160	10—16	12—14	2—4
6,0	3,0—4,0	2,0—3,0	140—180	10—16	12—14	2—4
8,0—10	3,0—4,0	2,0—3,0	163—180	10—16	12—16	3—4
12,0	3,0—4,0	2,0—4,0	180—220	10—16	12—16	3—4
14,0	3,0—4,0	3,0—4,0	200—220	10—16	12—16	3—4
16,0	3,0—4,0	3,0—4,0	200—240	10—16	12—16	3—4
18—20	4,0—5,0	3,0—4,0	200—240	10—16	12—16	3—4

Примечание. Режимы подлежат уточнению в экспериментальном порядке.

**Режимы механизированной сварки непрерывной дугой стыковых соединений без скоса кромок**

Толщина материала, мм	Сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Скорость сварки, м/ч	Напряжение дуги В	Расход аргона, л/квт, для защиты	
					сварочной ванны и шва	обратной стороны шва
0,8	40—55	1,5—2	20—25	8	5—7	2—4
1,0	65—80	1,5—2	20—25	8—9	5—7	2—4
1,5	до 110	2—3	20—25	9—10	5—7	2—4
2,0	115—140	3—4	15—20	9—11	7—9	3—5
3,0	155—190	3—4	15—20	9—11	8—10	3—5
5,0	230—270	5—7	10—15	9—10	14—20	8—12
8,0	280—320	5—7	10—15	10—11	14—20	8—12

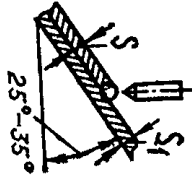
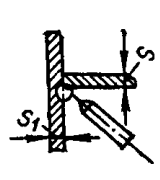
Примечания: 1. Соединения большой толщины (5—8 мм) могут быть выполнены без скоса кромок способом сварки погруженной дугой.  
2. При наличии в швах недопустимых подрезов 2-й проход осуществляют без погружения дуги с присадкой или без нее.

**Режимы механизированной сварки непрерывной дугой стыковых и закомых соединений со скосом кромок**

Толщина материала, мм	Номер прохода	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение дуги, В	Диаметр проволоки мм	Скорость подачи присадочной проволоки, м/ч	Расход аргона, л/мин, для защиты	
							сварочной ванны	обратной стороны шва
3,5	1	100—130	15—18	9—10	—	—	14—18	4—6
	2	180—210	13—15	11—13	2,0	70—90	14—18	4—6
3,5	1	160—180	12—15	9—11	—	—	14—18	4—6
	2	160—210	12—15	11—13	2,0	40—60	14—18	4—6
4	1	160—180	10—15	9—11	—	—	16—20	4—6
	2	200—220	10—15	11—13	2,0	80—120	16—20	4—6
5	1	160—180	10—15	9—11	—	—	16—20	4—6
	2	210—240	10—15	11—13	2,0	120—160	16—20	4—6
5*	1	180—210	10—13	9—11	—	—	14—18	8—10
	2	200—240	13—15	13—15	2,5	60—80	14—18	8—10
6	1	170—210	10—15	10—12	—	—	20—30	5—8
	2	220—250	10—15	11—13	2,0	120—180	20—30	5—8
8	1	190—240	6—10	10—12	—	—	20—30	5—8
	2	240—290	6—10	11—13	2,5	50—100	20—30	5—8

Примечания: 1. При сварке металла большей толщины количество проходов следует увеличивать. 2. Диаметр вольфрамового электрода принимают равным 3—5 мм для толщины металла 8 мм при диаметре электрода 5—7 мм. 3. Установочная длина составляет 1,5—2,5 мм. 4. Для механизированной сварки плавящимся и неплавящимся электродами рекомендуется использовать аппарат типа АДСВ-2, АДСВ-5, АДСТ-2, АРК, АДПГ-500. 5. Звездочкой отмечен крайнейшей режим скоса, односторонний подход к шву.

**Режимы механизированной сварки непрерывной дугой нахлесточных и тавровых соединений**

Виды соединений	Толщина материала, S/S <sub>1</sub> , мм	Сварочный ток, А	Установочная длина дуги, мм	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Расход аргона л/квт, для защиты	
						сварочной ванны	обратной стороны шва
	2,5/2,5	130—160	2—2,5	8—10	35—50	15—20	3—4
	2,5/2,5	170—210	2—2,5	9—11	45—65	20—25	3—4
	2,5/2	220—260	2—2,5	8—10	45—65	20—25	8—10
	3,5/5	220—260	2—2,5	8—10	45—65	20—25	8—10

Примечания: 1. Диаметр вольфрамового электрода составляет 3—4 диаметра присадочной проволоки — 2 мм, скорость сварки — 15—20 м/ч.

**Режимы механизированной сварки импульсной дугой стыковых соединений из титана без скоса кромок**

Толщина материала, мм	Сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Напряжение дуги, В	Ток дежурной дуги, А
0,5	30—50	1,5—2	8—9	5—8
0,8	60—90	1,5—2	8—10	5—8
1,0	70—100	1,5—2	8—10	5—8
1,2	80—110	2,0—3	8—10	5—8
1,5	до 120	2,0—3	10—12	5—10
2,0	160—200	3,0—4	10—12	5—10

Примечания: 1. Техника сварки и расход аргона такие же, как при сварке непрерывной дугой. 2. Скорость сварки 10—15 м/ч, время импульса и паузы составляет 0,15—0,20 с. 3. Периодические сварные точки должны быть не менее 3/4 их длины.

Сварка под флюсом. Для защиты ванны используются бескислородный, фторидно-хлоридный флюс по ТУ Института электросварки им. Е. О. Патона марки АН-17 ( $\text{CaF}_2$  — 98%,  $\text{NaCl}$  — 2%). Перед сваркой флюс следует прокалить при температуре 300—350°С в течение 2—3 ч. Шлаковую корку удаляют после охлаждения металла до температуры ниже 400°С.

### Ориентировочные режимы механизированной сварки конструкций из титана под флюсом

Толщина материала, мм	Тип соединения	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч
2,5	На остающейся подкладке	2	180—200	30—32	150—170	45—55
	То же	2	190—210	28—30	150—170	45—55
3	»	2,5	240—260	30—32	150—170	45—55
		2,5	270—290	20—32	170—190	45—55
4	»	3	340—360	32—34	145—155	45—55
			350—380	32—34	150—160	45—55
5	На остающейся подкладке	3	370—390	32—34	150	45—55
			420—450	32—34	200—210	45—55
6	На медной подкладке	3	390—420	30—32	170—180	45—55
			240—360	30—32	160—170	45—55
6	На медной подкладке	2,5	350—380	32—34	160—170	45—55
			590—600	30—32	90—100	40—50
8	»	4	440—460	32—34	180—190	45—55
			450—500	32—34	190—200	45—55
10	На медной подкладке	3	450—500	32—34	90—100	40—50
			600—610	32—34	90—100	40—50
12	То же	4	4	32—34	90—100	40—50
18—20	»	4	32—34	90—100	40—50	

Примечание. Вылет электрода должен быть не более 20—25 мм. Высота флюса должна быть не менее вылета электрода.

### Сварка при ремонте

#### НАПЛАВочНЫЕ РАБОТЫ

Наплавку деталей производят с целью восстановления их геометрических размеров и повышения износоустойчивости. Проплавление основного металла должно быть минимальным. Каждый последующий валок должен перекрывать предыдущий на 1/2—1/3 ширины. Желательно, чтобы ширина валика равнялась 2,5 диаметрам электрода. Принцип толщины шва на механическую обработку не должен превышать 2—3 мм.

#### Режимы ручной дуговой наплавки

Наименование показателя	Единица измерения	Толщина наплаваемого слоя, мм		
		до 1,5	до 5	свыше 5
Диаметр электрода	мм	3	4—5	5—6
Количество слоев наплавки	—	1	1—2	2 и более
Сила сварочного тока	А	80—100	130—180	180—240

Обычно наплавку ведут дугой постоянного тока на обратной полярности ручными или механизированными способами.

Из механизированных способов наиболее широко применяют наплавку под слоем флюса, порошковой проволокой и в среде углекислого газа, а также вынордуемую наплавку.

При наплавке под флюсом тел вращения величину смещения электрода с зенита в сторону, противоположную направлению вращения детали, подбирают так, чтобы не было осыпания флюса и вытекания шлака из ванны. При наплавке деталей небольшого диаметра применяют флюсоудерживающие приспособления.

Выборочная наплавка тел вращения выполняется головками от источников тока с жесткой характеристикой. В качестве наплавочной используют сварочную или пружинную проволоку I и II классов. Охлаждающая жидкость — водный раствор калийной или натриевой соли глицирина. Биение наплавляемых осей и валов не должно превышать 0,2 мм.

#### Указания по сварке при ремонте конструкции

Трещины в стенках котлов, сосудов, резервуаров предварительно подготавливают. Концы трещины засверливают на всю глубину сверлом диаметром 4—6 мм и делают скос кромок. Сварку выполняют от краев трещины к середине. Если сталь склонна к закалке, края трещины подогревают газовым пламенем, а боковые стороны охлаждают. Для сварки заплата поврежденное место вырезают, придавая форму круга или овала. По кромке выреза снимают фаски. Заплату подгоняют в стык с неравномерным зазором. Сварку начинают со стороны большего зазора. Иногда заплату придают выпуклую форму для компенсации усадки. При толщине стенки 8—10 мм заплату ставят выхлестку с тангсом расчетом, чтобы перекрытие было не менее пятнадцатой толщины листа. Сварку заплаты производят с двух сторон.

На практике встречаются случаи, когда в конструкциях, уже находившихся под нагрузкой, приходится усиливать сварные швы. Однако стиковые швы усиления не подлежат. Усиление возможно на угловых швах за счет увеличения длины сварного шва. Это наиболее простой способ усиления, осуществляемый только за счет наложения лобовых швов, если они отсутствуют в усиливаемых элементах. Чаше возникает необходимость в увеличении катета угловых швов, прикрепляющих элемент к фасонке. При сварке следует соблюдать следующие условия:

- усиливать в первую очередь сварные швы в узлах нижнего пояса фермы, затым — по верхнему поясу;
- вносить возможно меньшее количество тепла в детали конструкции. Для этого необходимо применять постоянный ток обратной полярности и электроды диаметром не более 4 мм;
- применять наиболее пластичные электроды (УОНИ 13/45, УОНИ 13/55 и т. п.);
- не сваривать одновременно все элементы, сходящиеся в данном узле, а делать перерывы (во время которых сварщик уходит для выполнения работы в соседних узлах фермы). Толщина каждого слоя должна быть не более 2 мм. Усиление конструкций возможно только в том случае, если перед сваркой их разгрузили в соответствии с требованиями проекта производства работ.

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

К дефектам сварных соединений по ГОСТ 19232—73 относятся каждое отдельное несоответствие их характеристикам требованиям, установленным нормативной документацией. Дефекты в сварных швах приводят к уменьшению прочности и снижению эксплуатационной надежности сварных конструкций.

Дефект	Причина появления
Подрезы, наплывы, прожоги, незаделанные кратеры, оставшиеся после сварки шлак и брызги	Черезмерные сила тока и напряжение на дуге; большой диаметр электрода; неправильное движение электрода в процессе сварки; плохая сборка под сварку; низкая квалификация и небрежность сварщика
Газовые поры и свищи	Грязный и ржавый основной или присадочный металл; влажные электроды, флюс, порошковая проволока или газ; плохая газовая защита; сварка длиной дугой; большая скорость сварки и быстрое затвердевание наплавленного металла; частый отрыв пламени горелки; повышенное содержание углерода в наплавленном металле
Шлакковые включения; макроскопические (крупные шлаки) и микроскопические (плески окислов по гранцам зерен)	Высокий удельный вес, тугоплавкость или повышенная вязкость шлаков; плохая защита поверхности кромок и отделимых слоев при многослойной сварке; затекание шлака в зазоры между свариваемыми крошками и в места подрезов; недостаточное раскисление металла шва; избыток кислорода в пламени горелки
Поверхностное окисление сварного соединения	Окислительное пламя; частый отрыв горелки, длительный нагрев сварочной ванны при температуре, превышающей температуру плавления металла; повышенный режим сварки; неудовлетворительная защита шва
Непровары: корня в соединенных угловых и со скосом кромок; в пестре шва при двусторонней сварке металла без скоса кромок; в нижней части шва при односторонней сварке стыковых соединений; по крошкам разных типов соединений; между отделимыми слоями в многослойных швах	Плохая очистка кромок; большая скорость сварки; неправильная подготовка кромок под сварку (наилучший угол скоса кромок и зазор, большое приутюжение, перекос или смещение кромок и т. д.); малые поперечные колебания при газовой сварке; недостаточная тепловая мощность дуги или пламени; неправильный угол наклона электрода или горелки; нагрывание дуги (пламени) на одну из кромок; неправильная установка электрода при механической сварке; магнитное дутье при сварке на постоянном токе; чрезмерно большой диаметр электрода для данных размеров и формы подготовки кромок; неправильный выбор полярности; наличие непроваренных (или неудаляемых) дефектных прихваток
Трещины макро- и микроскопические: в шве и в зоне термического влияния; продольные, поперечные и разветвленные; холодные и горячие; трещины в кратере	Неправильная последовательность наложения швов; повышенное количество наплавленного металла в жестких закреплениях; нерациональная конструкция с большим количеством швов, особенно перекаляющих; повышенная скорость охлаждения закалывающихся стейл и чугуна; неправильный выбор сварочных материалов; повышенное содержание серы, фосфора и углерода в металле; наличие непроваров, кратеров и других дефектов в швах; сварка без предварительного и сопутствующего подогрева

**Внешний осмотр (ГОСТ 3242—79).** Служит для определения наружных дефектов в сварных швах. Производится невооруженным глазом или с помощью лупы 10-кратного увеличения. Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность металла шириной 20 + 20 мм очищают от шлака, брызг и загрязнений, стыки паропроводов из аустенитных сталей подвергают механической обработке. Размеры сварного шва и дефекты участка определяют намеряемым инструментом и специальными шаблонами. Раны трещин выявляют путем заворачивания, подруги металла зубилом, шлифовки дефектного участка и последующего травления. При нагреве металла до вишнево-красного цвета трещины обнаруживаются в виде темных загибообразных линий. В случаях, когда необходима термическая обработка сварных стыков, внешний осмотр и измерения следует производить до и после термообработки.

**Просвечивание сварных соединений (ГОСТ 3242—79, ГОСТ 7512—75 и ГОСТ 23055—78).** Основано на способности рентгеновских или гамма-лучей проникать через толщу металла, действуя на чувствительную фотопленку, фотобумагу, или селеновую пластину, приложенную к шву с обратной стороны. В местах, где имеются поры, шлаковые включения или непровар, на пленке (пластине) образуются более темные пятна. Рентгенопросвечиванием выявляют дефекты в металле толщиной до 60 мм размером 0,5—3% толщины металла, гамма-просвечиванием — в металле толщиной до 100 мм размером 2—5%. Просвечивание не позволяет выявлять трещины, если они расположены под углом не более 5° к направлению центрального луча, а также непровары в виде сипания свариваемых металлов без газовой или шлаковой прослойки. При обнаружении в шве недопустимых дефектов просвечивают удвоенное количество швов (стыков). Если вновь обнаруживают дефекты, то просвечивают все швы, заваренные данным сварщиком. Выявленные дефекты удаляют, швы переваривают и вновь просвечивают. При оценке качества швов рекомендуется иметь эталонные снимки для толщины 8—12, 14—20, 30—50 и 60—100 мм с характерными дефектами. Альбомы эталонных снимков утверждаются инспекцией Госгортехнадзора и административной и являются неотъемлемой частью технических условий на приемку изделий.

**Магнитографический контроль (ГОСТ 3242—79).** Основан на обнаружении полей рассеивания, образующихся в местах дефектов при намагничивании контролируемых изделий. Поля рассеивания фиксируются на эластичной магнитной ленте, плотно прижатой к поверхности шва. Запись производится на дефектоскопе или считывателе. Выявляют поверхностные и подповерхностные макротрещины, непровары, поры и шлаковые включения глубиной 2—7% на металле толщиной 4—12 мм. Менее четко обнаруживаются поры округлой формы, широкое непровары (2,5—3 мм), поперечные трещины, направление которых совпадает с направлением магнитного потока. В ряде случаев результаты магнитного контроля проверяют просвечиванием. Производительность метода 5—6 млн.

**Ультразвуковой метод (ГОСТ 3242—79, ГОСТ 22368—77).** Основан на различном отражении направленного луча высокочастотных звуковых колебаний (0,8—2,5 МГц) от металла (сварного шва) и имеющихся в нем дефектов в виде неплотностей. Применяют для контроля сварных швов стальной и цветных металлов. Для получения ультразвуковых волн используют пьезоэлектрические пластины из кварца или титаната бария, которые вставляются в держатель-шупы. Отраженные колебания улавливают пьезоэлемент, преобразуют в электрические импульсы, подают на усилитель и воспроизводят индикатором. Для обеспечения акустического контакта поверхность изделия в месте контроля обильно покрывают маслом (автомарок 6, 8, 18, компрессорное масло и т. д.). Предельная чувствительность при толщине металла до 10 мм 0,2—2,5 мм<sup>2</sup>, свыше 10 до 50 мм 2—7 мм<sup>2</sup>, свыше 50 до 150 мм 3,5—15 мм<sup>2</sup>.

**Вскрытие шва (ГОСТ 3242—79).** Применяют для определения дефектов в сомнительных местах, после проведения контроля другими методами, а также для контроля угловых швов. Вскрытие производят вырубкой, сверлением, термической строжкой, а также вырезкой участка сварного соединения. При заваривании в сварном шве высверливают воронкообразное углубление диаметром

на 2—3 мм больше ширин шва. Поверхность воронки шлифуют и протравливают 15%-ным раствором азотной кислоты. При этом отчетливо выделяются границы шва.

**Контроль плотности методом химических реакций (ГОСТ 3242—79).** На наружный шов металла толщиной до 16 мм наносят 4%-ный раствор фенолфталеина или накладывают марлю, пропитанную 5%-ным раствором азотнокислого серебра. В издолье нагнетают воздух в смеси с аммиаком (его получают из баллона со сжиженным газом). В местах локальных теней фенолфталеин окисляется в ярко-красный цвет, а азотнокислое серебро — в серовистый-черный. Перед испытанием требуется тщательная очистка шва от загрязнений и шлака.

**Люминесцентная и цветная дефектоскопия (ГОСТ 3242—79).** В полость дефекта вводят флюоресцирующий раствор или ярко-красную проникающую жидкость, которую затем удаляют с поверхности. Под действием ультрафиолетовых лучей происходит видимое свечение раствора, адсорбированного из полости дефекта. При цветной дефектоскопии дефекты выявляют белой проявляющейся краской (на белом фоне появляется красный рисунок, соответствующий форме дефекта). С помощью этих методов выявляют поверхностные дефекты, главным образом трещины в различных сварных соединениях, в том числе из немагнитных сталей, цветных металлов и сплавов. Для цветной дефектоскопии неподготовленные готовые комплекты (ДАК-21Д).

**Керосиновая проба (ГОСТ 3242—79).** Служит для определения плотности сварных швов на металле толщиной до 10 мм. Керосиновой пробой обнаруживают дефекты размером 0,1 мм и выше. Доступную для осмотра сторону шва покрывают водной суспензией мела или каолина и подсушивают. Противоположную сторону смачивают 2—3 раза керосином. Проницаемость обнаруживают по жирным желтым пятнам на поверхности, покрытой мелом или каолином. Продолжительность испытания составляет не менее 4 ч при положительной температуре и не менее 8—при температуре ниже 0°С. Если швы нагреть до 50—60°С, то процесс ускорится до 1,5—2 ч. Его также можно ускорить, добавляя в керосин краску «Судан-III» (2,5 г/л) и обдувая швы со стороны керосина сжатым воздухом или создавая вакуум.

**Гидравлическое испытание (ГОСТ 3242—79, ГОСТ 3285—77).** Назив воды применяют для испытания на прочность и плотность вертикальных резервуаров, газгольдеров и других сосудов с толщиной стенки не более 10 мм. Воду наливают на полную высоту сосуда и выдерживают не менее 2 ч. Подливку из шланга с браided шлангом (диаметр выходного отверстия 15—30 мм) под давлением не ниже 1 атм (0,1 МПа) подвешивают сварные швы открытых сосудов. При испытании с удлинительными гидростатическим давлением последние создают в наполненном водой и закрытом сосуде с помощью напорной трубки диаметром не менее 30 мм, а также гидравлическим насосом. Величину давления определяют по техническим условиям и правилам Коллонадзора. При проведении испытаний сварные швы обстуживают молотком массой 0,5—1,5 кг. Дефектные места определяют по наличию капель, струек воды и отпотеваний.

**Пневматическое испытание (ГОСТ 3242—79, ГОСТ 3285—77).** Метод основан на создании с одной стороны шва избыточного давления воздуха и промывывании другой стороны мыльной пеной, образующей пузырь под действием проницающего через неплотности сжатого воздуха. При создании в сосудах избыточного давления воздуха утечку определяют также по понижению давления на манометре. Небольшие сосуды под давлением опускают в воду и следят за появлением пузырьков выходящего воздуха. Обдувают швы сжатым воздухом под давлением 4—5 атм (0,4—0,5 МПа) при расстоянии между наконечником шланга и швом не более 50 мм. Мыльный раствор: 100 г хозяйственного мыла на 1 л воды (зимой до 60% воды заменяют спиртом или применяют незамерзающие жидкости).

**Вакуум-метод (ГОСТ 3242—79, ГОСТ 3285—77).** Сущность метода заключается в создании вакуума и регистрации проникновения воздуха через дефекты на одной, доступной для испытания стороне шва. Применяют для испытания на плотность днищ вертикальных резервуаров и других конструкций. Выявляют сквозные неплотности размером 0,1 мм и более металла толщиной до 16 мм. В качестве пенного индикатора используют мыльный раствор (250 г хозяйственного мыла на 10 л воды), а в зимнее время — водный раствор хлористой соли

(кальция или натрия) с концентрированным раствором экстракта лакричного корня (1 кг экстракта на 0,5 л воды).

Для создания вакуума используют плоские, кольцевые и сегментные камеры. Величина вакуума 500—600 мм вод. ст. (5000—6000 Па). Длительность испытания 20 с.

**Технологическая проба (ГОСТ 3242—79).** Служит для определения сплавляемости металла, характера изома соединений (по шву или по основному металлу), наличия неперевара и других внутренних дефектов на образцах. Место разрушения осматривают невооруженным глазом или с помощью лупы 10-кратного увеличения. Применяют при аттестации сварщиков, испытании сварочных материалов и выбранной технологии.

**Определение склонности швов к межкристаллитной коррозии (ГОСТ 6032—75).** Служит для проверки склонности соединений, изготовленных из легированных ферритных, аустенитно-маренситных, аустенитно-ферритных и аустенитных сталей (например, сталей типа 18-8), к межкристаллитной коррозии в зависимости от свойств применяемой стали и условий работы сосуда. Образцы, изготовленные из сварного соединения, в течение определенного времени находятся под воздействием специального раствора, после чего их промывают, просушивают и загибают под углом 90°. Наличие трещин указывает на то, что образец испытаний не выдержал.

**Металлографическое исследование (ГОСТ 3242—79).** Макроструктуру контролируют для установления глубины проплавления металла, ширины зоны термического влияния, наличия внутренних дефектов путем осмотра поверхности образца, вырезанного поперек сварного шва с помощью режущего или абразивного инструмента (огневая резка должна быть на расстоянии, при котором в исследуемом сечении не происходит структурных изменений). Контролируемую поверхность шлифуют и подвергают травлению специальными реактивами до четкого выявления структуры. Микроскопическим исследованием точно определяют предельную технологию сварки и термической обработки. Шлиф-темплеты перед испытанием полируют и протравливают 4%-ным раствором азотной кислоты в этаноловом спирте.

**Механические испытания (ГОСТ 6996—66\*).** Данное испытание позволяет определить прочность и пластичность сварных соединений. Образцы сваривают в тех же условиях, что и изделие, или вырезают из него. Испытания на разрыв и загиб (сплошнывание для труб диаметром до 100 мм) являются обязательными, на ударную вязкость — только для назначенных изделий. Испытания проводят при проверке квалификации сварщиков, а также для определения пригодности сварочных материалов и выбранной технологии сварки.

**Испытание на твердость (ГОСТ 22761—77).** Его применяют для проверки качества термической обработки сварных соединений толстостенных трубопроводов из углеродистых (С) и хромомарганцовистых (ХГ) сталей, а также трубопроводов из легированных сталей перлитного и мартенситно-ферритного классов (ХМ и ХФ).

Твердость измеряют на двух участках по окружности стыка на трубах с наружным диаметром более 100 мм и на одном участке при наружном диаметре трубы до 100 мм. При автоматической сварке и общей термической обработке допускается промазывать измерение на одном участке независимо от наружного диаметра. Измеряют в пяти точках: по центру шва, на расстоянии 1—2 мм от границы сплавления в сторону основного металла и на расстоянии 10—20 мм от границы сплавления — на основном металле.

Испытанию подвергают 15% общего количества сваренных каждым сварщиком в течение месяца однопозиционных стыков на сталях групп С и ХГ, но не менее двух, и 100% стыков на сталях групп ХМ и ХФ.

По результатам измерения твердости качество сварки считается неудовлетворительным, если:

снижение твердости наплавленного металла превышает 25 НВ по сравнению с нижней твердостью твердости основного металла;

твердость наплавленного металла превышает 20 НВ по сравнению с верхним значением твердости основного металла;

разность в твердости основного металла и зоны термического влияния превышает 50 НВ на сталях групп С и ХГ и 75 НВ на сталях групп ХМ и ХФ.

При разности в твердости, превышающей допустимую, стыки повторно термически обрабатывают. При разности в твердости, превышающей допустимую на стальных группах С и ХГ, твердость замеряют на 100% стыков; в случае неоднородности производят термическую обработку независимо от толщины стенки. При разности в твердости, превышающей допустимую после повторной термической обработки, делают стигоскопирование наплавленного металла всех одностипных производственных стыков, сваренных данным сварщиком во время последнего контрольной проверки. При несоответствии химического состава наплавленного металла заданному стыки бракуются окончательно.

В полевых условиях применяют переносные твердомеры типа ТПП-10, ТПК-1, ТППТ-3, ТППТ-4 и ТППТ-0,75. Для приближенного определения твердости по Бринеллю (НВ) служат приборы с произвольной энергией удара, называемые твердомерами Польдн-Хютте.

Динамическое нагружение стального шарового индентора осуществляют посредством удара по боку (штоку) ручным молотком. При ударе индентор одновременно внедряется в эталон и изделие. Твердость находят путем сравнения отпечатков.

**Контроль содержания ферритной фазы в швах (ГОСТ 11878-66\*).** Наплавленный металл на содержание ферритной фазы контролируют на изделях из стали группы ХН переносными феррометрами ФА-1 ФМ-10Н и альфа-фазомерами в объеме 100% на трубах, предназначенных для работы при температуре 350°С и в коррозионных средах (при наличии требований в проекте). Измерения производят не менее чем в пяти точках на каждой из трех равнорасположенных по окружности стыка площадок размером не более 10 × 10 мм. На трубах с наружным диаметром не менее 50 мм замеры проводят на двух диаметрально-противоположных площадках. Шероховатость поверхности, подготовленной под замеры, должна быть не менее  $R_a = 20$  по ГОСТ 2789-73 (СТ СЭВ 638-77).

Результаты измерений на содержание ферритной фазы считаются неудовлетворительными, если количество ее превышает 7% в деталях, предназначенных для работы при температуре свыше 350°С. 3% — в трубопроводах из хромоникельмолибденовых сталей, работающих в коррозионной среде, с толщиной стенки трубы до 5 мм и в корне на высоте не менее 5 мм — при большей толщине, а также 5% — на наружной поверхности швов деталей из тех же сталей с толщиной стенки трубы более 5 мм.

**Стигоскопирование наплавленного металла.** Стигоскопирование, или экспресс-анализ химического состава наплавленного металла, проводят с целью установления соответствия марок использованных сварочных материалов требованиям технических условий и производственных инструкций на сварку. Стигоскопирование на выявление основных легирующих элементов подвергают наплавленный металл шва в случае, расконтрентном выше, и если соответствие использованных сварочных материалов назначенным вызывает сомнение. Для этой цели служат переносные стигоскопы СЛП-2 и СЛП-4, стационарные СД-12 «Спектр».

При получении неудовлетворительных результатов выполняют стигоскопирование 100% одностипных стыков, сваренных данным сварщиком. При несоответствии металла требованиям стигоскопирования химического состава наплавленного металла требуется проводить химический анализ лабораторными методами, результаты которого считаются окончательными.

## Оборудование для неразрушающего контроля качества сварных соединений

### Техническая характеристика дефектоскопов для просвечивания сварных швов в условиях монтажа

Тип	Источник излучения	Мощность экспозиционной дозы на расстоянии 1 м Р, С или напряжения, кВ (для рентгенотипара-тода)	Толщина на просвечиваемой стали, мм	Масса, кг
<b>Гамма-дефектоскопы:</b>				
Гаммарид-20	Цезий-137	5 · 10 <sup>-4</sup>	15—60	14
Гаммарид-21	Иридий-192	5 · 10 <sup>-3</sup>	7—60	14
Гаммарид-23	Цезий-137	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	15—40	8
Гаммарид-25	Иридий-192	1,5 · 10 <sup>-3</sup>	15—40	8
	Иридий-192	5 · 10 <sup>-3</sup>	15—60	14
	Цезий-137	5 · 10 <sup>-4</sup>	15—60	14
	Иридий-192	1,5 · 10 <sup>-2</sup>	15—60	17
	Цезий-137	5 · 10 <sup>-4</sup>	15—60	17
<b>Рентгеновские аппараты непрерывного действия:</b>				
РУП-120-5-1	Рентгеновские лучи	50—120	25	75
РАП-160-6П	То же	80—160	40	75
РУП-300-6Н	»	100—300	70	59
Супер-линипут-140 (МХР-150)	»	50—140	40	68
(«Медикор», ВНР)				
Супер-линипут-200 (МХР-200)	»	70—200	70	88
<b>Рентгеновские аппараты портативные ампульные:</b>				
МИРА-1Д	»	120	10	7
МИРА-2Д	»	220	20	14
МИРА-3Д («НОРА»)	»	300	40	22 (19)
МИРА-4Д	»	500	60	81

Примечание. 1. Для рентгеноаппаратов приведены максимальная толщина просвечиваемой стали с флюоресцирующими ультразвуковыми экранами (ВЛ-1, ВЛ-2 и др.) и амплитуда импульса напряжения на трубе ампульного аппарата. 2. Просвечивание ведут на рентгеновских пленках или с получением отпечатков на обычной бумаге (электрорентгенография), для чего используют аппараты «Эрелл», «Арекс-СМ» и т. п. Новым методом является получение отпечатков на фотобумаге (рентгенофотография).

### Характеристика основных источников гамма-излучения

Источник	Период полураспада	Толщина просвечиваемой стали, мм	Источник	Период полураспада	Толщина просвечиваемой стали, мм
Тулий-170	127 дней	1—20	Цезий-137	33 года	20—120
Селен-75	127 дней	5—30	Кобальт-60	5,4 года	50—200
Иридий-192	74 дня	5—80			

Примечание. Рекомендуются источники на базе изотопа Иридий-192, ГИД-13 (12 Кн), ГИД-14 (24 Кн), ГИД-15 (40 Кн), ГИД-16 (120 Кн). Последний может нести аппарат Гамма-рнд-25.



Тип	Головки	Рабочая частота, МГц	Минимальная глубина выявления дефектов, мм	Масса, кг	Характеристика
УДМ-1М, УДМ-3	Прямая искра-гельная Прямая-чешуйчатая Раздельно-совмещенная	5,0 2,5 1,8 0,6 1,8; 2,5	8 10 12 50 2	14	Позволяют обнаруживать дефекты с эквивалентной площадью не менее 1 мм <sup>2</sup> на частоте 5 МГц. Расположенные на глубине не более 100 мм. Отличаются схемия некоторых каскадов и типов электроннолучевой трубки. Питание от сети переменного тока напряжением 36 и 220 В
ДУК-13ИМ	С углом падения лучей, град: 30 и 40 50 Прямая	2,5 1,8 1,8 2,5; 1,8	8 3 30	4	Позволяет выявлять дефекты в стали с эквивалентной площадью 2—3 мм <sup>2</sup> на глубине до 100 мм. Его можно устанавливать в горн-зонном положении на откидной ножке или укрепить ремнями на груди оператора. Дефектоскоп работает от сети переменного тока напряжением 220 и 36 В. Также от аккумуляторной батареи напряжением 12 В
ДУК-66П	То же	5,0 2,5 1,8 0,6	8 10 12 50	9,5 (со встроенными аккумуляторами)	По своим параметрам аналогичен прибору УДМ-1М, от которого отличается возможностью более точного сравнения амплитуд эхосигналов непосредственного подсчета координат отражающих поверхностей по шкале гд/объемера Монтажное устройство с питанием от электросети и автономным. Минимальная площадь выявления дефектов 1—2 мм <sup>2</sup>
Эхо»	»	2,5	10	7 (с источниками тока)	

**Переданные лаборатория для неразрушающего контроля качества сварных соединений**

Тип	Назначение	Количество
РМД-2В на шасси автомобиля ГАЗ-63	Контроль качества сварных соединений магистральных трубопроводов при температуре воздуха от +35° до —40° С	Оборудование для рентгеновского и гамма-просвечивания, магнитогрфического контроля сварных стыков трубопроводов диаметром 720—1420 мм
Лаборатория легкого типа на шасси автомобиля УАЗ-452	Комплексная дефектоскопия (радиографический и ультразвуковой контроль сварных соединений в условиях монтажа)	Аппараты Гаммарид-23 (25) МИРА-2Д, ДУК-66ПМ, передвижная электростанция, а также оборудование и принадлежности для обработки и расшивки радиографических снимков, хранения для гамма-дефектоскопа

Тип	Назначение	Количество
Лаборатория среднего типа на шасси автоприцепа	Комплексная дефектоскопия сварных соединений в условиях монтажа, бытовое помещение для радиографов площадью 7 м <sup>2</sup>	Аппараты Гаммарид-23 (25), МИРА-2Д (3Д), Суперлин-ЛУ-140, ДУК-66П, дозиметрическая аппаратура, принадлежности для обработки и расшивки снимков
ДКОС на шасси автомобиля УАЗ-452Д	Лаборатория для контроля сварных соединений на монтажных и специальных работах	Аппараты МИРА-2Д, ДУК-66П («Эхо»), ДУК-13ИМ, электроаппаратура для питания приборов в полевых условиях (127В), место для установки гамма-аппарата

**Объем неразрушающего контроля сварных швов**

Неразрушающий контроль выполняются специально подготовленные дефектоскописты. Объем контроля устанавливается нормативной документацией. Если объем менее 100%, проверяют не менее одного стыка трубопровода, сваренного каким-либо способом на данном объекте. На листовых конструкциях предпочтение отдают местам пересечения швов. Обязательно проверяют места привязки стенок резервуаров к окрайкам днища.

Объем резервуаров, %, для различных сварных конструкций должен быть не менее:

Технологические трубопроводы категорий:	Количество
I . . . . .	5
II . . . . .	3
III . . . . .	2
IV . . . . .	1
Газопроводы подземные диаметром 50 мм с рабочим давлением: . . . . .	5
низким до 0,005 МПа . . . . .	
Средним: . . . . .	
свыше 0,005 до 0,3 МПа . . . . .	10
свыше 0,3 до 0,6 МПа . . . . .	50
высоким свыше 0,6 до 1,2 МПа . . . . .	100
Газопроводы высокого давления, наружные, надземные, а также внутренних помещений и ГРП . . . . .	2
Магистральные трубопроводы категорий: . . . . .	
I, II и III . . . . .	100
IV . . . . .	10
стыки косые, заклесов и катушек, свариваемой аппаратуры (независимо от категории) . . . . .	100
Сосуды: . . . . .	
для обработки, хранения и транспортирования взрывоопасных продуктов и сильнодействующих ядовитых веществ . . . . .	100

Для работы под давлением:		
свыше 5 МПа при температуре свыше 200°С и ниже — 70°С	100	
до 5 МПа при температуре — 70 до + 200°С	50	
до 1,6 МПа при температуре стенок от — 40° до + 200°С	25	
Гидротехнические сооружения:		
соединения I категории	100	
соединения II категории	50	
Вертикальные резервуары, сооружаемые из рудонных заготовок:		
пересечения швов I и II пояса	100	
то же II, III и IV поясов	50	
Вертикальные монтажные швы стенок резервуаров вместимостью от 2000 до 20 000 м <sup>3</sup>	100	
Вертикальные резервуары, сооружаемые полнотелым методом:		
V — VI поясов	100	
стыковые соединения окраек днища	50	
100		
Трубопроводы тепловых сетей диаметром до 450 мм включительно с параметрами:		
пар с температурой до 250°С и избыточным давлением до 1,6 МПа, вода с температурой до 115°С и давлением до 1,6 МПа	3*	
пар с температурой до 440°С и давлением до 2,5 МПа	5**	
Трубопроводы тепловых сетей диаметром, мм:		
свыше 450 до 900 мм	10**	
900 и более	15**	
Трубопроводы водоснабжения и канализации с давлением:		
до 1 МПа	2*	
1—2 МПа	5**	
более 2 МПа	10**	
Трубопроводы, прокладываемые под дорогами с городскими проездами, надводные, наземные на переходах через дороги, прокладываемые в городских коллекторах и технических коридорах	100	

Примечание. Одной звездочкой отмечено, что количество стыков должно быть не менее двух, свариваемых каждым сварщиком; двумя звездочками — не менее трех.

Наземные газопроводы низкого и среднего (до 0,3 МПа) давления, газопроводы с таким же давлением внутри помещений, а также газопроводы внутри жилых зданий, кроме трубопроводов диаметром 76 мм и более, проложенных в технических подпольях и подвалах, проверке физическими методами не подлежат. Просвечиванию подлежат стыки трубопроводов диаметром условного прохода 25 мм и более с толщиной стенки до 15 мм. Стыки толстостенных (16 мм и более) трубопроводов рекомендуются контролировать в два приема: просветить заваренный корень шва, а затем, после заполнения, проверить шов ультразвуковым методом. Стыки труб из высоколегированных сталей контролируют в комбинации с постоянной светлой дефектоскопией. Соединения гидротехнических сооружений III категории подвергают физическому контролю только на участках, где на основании наружного осмотра предполагается наличие внутренних дефектов. Магистральные трубопроводы I категории могут быть только просвечены.

Если в результате выборочного контроля в швах металлоконструкций будут обнаружены недопустимые дефекты, необходимо по предполагаемым границам сомнительного участка сварного шва произвести дополнительный контроль. После выявления фактических границ дефектного участка шов удаляют, вновь заваривают и проверяют повторно. При неудовлетворительных результатах выборочного контроля качества трубопроводов производят проверку удвоенного количества стыков. Если при повторной проверке будет обнаружен хотя бы один стык неудовлетворительного качества, следует проверить все стыки, выполненные сварщиком на объекте, а сварщика отстранить от работы и провести с ним дополнительное обучение до получения положительных результатов на пробных стыках (продолжительность практики не менее 10 дней). Если подземный трубопровод испытывают, принимают и засыпают участки, оформляя соответствующую документацию, то удвоенное количество стыков проверяют только на не принятых к моменту обнаружения брака участках.

В соединениях трубопроводов разрешается исправление дефектов только в том случае, если они выполнены дуговой сваркой, и при условии, если: длина трещины менее 20 мм ( $D_n \leq 159$  мм) и менее 50 мм ( $D_n > 159$  мм); обшая протяженность участка с недопустимыми дефектами не превышает  $1/4$  длины окружности стыка;

глубина залегания дефектов не превышает 50% толщины стенки.

Устранение дефектов подчеканкой запрещается. Одно и то же место можно исправлять не более двух раз. В остальных случаях, в том числе при использовании газовой сварки, дефектный стык удаляют и на его место сваривают «капсулу».

**Количество контролируемых стыков, % на трубопроводах высокого давления (ГОСТ 26-1334-76)**

Характеристика стыка	Параметры рабочей среды					
	Температура, °С		Давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )			
Поворотный	от — 50 до + 200	201—400	401—510	До 32 (до 320)	32—70 (320—700)	70—100 (700—1000)
	100	50	100	25	50	100
Неповоротный	100	100	100	100	100	100

Примечание. Независимо от нормы выполняют 100%-ный контроль швов трубопроводов на углеродистых и высоколегированных сталях, предназначенных для работы при давлении более 20 МПа, с  $D_n = 70$  мм и более при толщине стенок 16 мм и выше.

Объем неразрушающего контроля трубопроводов пара и горячей воды устанавливается правилами Госгортехнадзора СССР. В соответствии с ними ультразвуковому контролю или просвечиванию из стали перлитного и мартенситно-ферритного классов подлежат:

- все продолжительные сварные соединения трубопроводов, их деталей и элементов всех категорий — по всей длине соединения;
- все попеременные сварные стыковые соединения трубопроводов I категории с наружным диаметром 200 мм и более при толщине стенок менее 15 мм — по всей длине соединения;
- выполненные электродуговой и газовой сваркой попеременные стыковые соединения трубопроводов 1-й категории с наружным диаметром менее 200 мм при толщине стенок менее 15 мм, а также трубопроводов 2-й категории с наружным диаметром 200 мм и более при толщине стенок менее 15 мм в объеме не менее 20% (но не менее 5 стыков) от общего количества однотипных стыков трубопровода, выполненных каждым сварщиком, — по всей длине соединения;

Г) выполненные электродуговой и газовой сваркой попеременные стыковые сварные соединения трубопроводов 2-й категории с наружным диаметром менее 200 мм при толщине стенок менее 15 мм в объеме не менее 10% (но не менее

четырех стыков) от общего количества однотипных стыков трубопровода, выполненных каждым сварщиком,— по всей длине соединения;

д) выполненные электродуговой и газовой сваркой попеременные сварные стыковые соединения трубопроводов 3-й категории в объеме не менее 5% (но не менее трех стыков) от общего количества однотипных стыков трубопровода, выполненных каждым сварщиком,— по всей длине соединения;

е) выполненные электродуговой и газовой сваркой попеременные стыковые соединения трубопроводов 4-й категории в объеме не менее 3% (но не менее двух стыков) от общего количества однотипных стыков трубопровода, выполненных каждым сварщиком,— по всей длине соединения;

ж) все угловые и тавровые соединения деталей и элементов трубопроводов с наружным диаметром привариваемых штуцеров (труб, патрубков) 133 мм и более при толщине их стенки 15 мм и более — по всей длине соединения;

з) угловые и тавровые сварные соединения деталей и элементов трубопроводов с наружным диаметром привариваемых штуцеров (труб, патрубков) менее 133 мм, а также 133 мм и более при толщине стенки менее 15 мм, попеременные стыковые сварные соединения литых элементов труб с литыми деталями, а также другие сварные соединения в объеме, установленном техническими условиями и производственной инструкцией по сварке.

Установленные в пп. «д» и «е» требования по объему контроля распространяются на сварные соединения трубопроводов 3-й и 4-й категорий с наружным диаметром не более 465 мм. Для сварных соединений трубопроводов большего диаметра объемы контроля устанавливаются специальными техническими условиями.

На изделиях из стали аустенитного класса, а также в местах сопряжения элементов из стали аустенитного класса с элементами из стали перлитного для мартенситно-ферритного класса обязательному просвечиванию подлежат:

все стыковые соединения трубопроводов, за исключением выполненных стыковой контактной сваркой,— по всей длине соединения;

то же, литых элементов, а также труб с литыми деталями — по всей длине соединения;

все угловые и тавровые соединения деталей и элементов трубопроводов с наружным диаметром привариваемых штуцеров (труб, патрубков) 108 мм и более (независимо от толщины стенки) — по всей длине соединения.

При выявлении недопустимых дефектов в сварных соединениях, подверженных ультразвуковой дефектоскопии или просвечиванию в объеме менее 100%, обязательно контролю тем же методом на трубопроводах 1-й и 2-й категорий подлежат все однотипные соединения, выполненные данным сварщиком (по всей длине соединения), за исключением недопустимых для контроля участков на отдельных стыках, а на трубопроводах 3-й и 4-й категории дополнительно контролируются сварные соединения в утроенном объеме по сравнению с установленными нормами. В случае выявления при дополнительном контроле недопустимых дефектов в сварных соединениях должны быть проконтролированы все стыки, выполненные данным сварщиком.

### Оценка качества

В сварных швах не допускаются:

трещины любых размеров и направлений;

свищи, подрезы глубиной более 0,5 мм на металле толщиной до 10 мм и более 1 мм на металле толщиной свыше 10 мм и общей длине более 20% длины шва, незаплавленные кратеры, прожогот;

непровары по кромок, по сечению шва, в вершине шва в соединениях, до-

ступинных для сварки с двух сторон или на подкладке. В соединениях металлургических конструкций допускается в этом случае непровар глубиной 5% толщины металла, но не более 2 мм, длиной до 50 мм при расстоянии между непроварами более 250 мм и общей длины участков не более 200 мм на 1 м шва. В конструкциях из высокопрочных сталей непровары не допускаются.

непровары в вершине шва в соединениях, доступных для сварки только

с одной стороны, если их глубина превышает 15% толщины металла, или 3 мм в металле толщиной свыше 20 мм, а длина — 200 мм на 1 м шва;

непровары в трубопроводах высокого давления; скопления газовых пор более пяти на 1 см<sup>2</sup> при общей пористости более 5 см<sup>2</sup> на длине шва 0,5 м;

шлаковые включения при суммарной длине цепочки более 200 м на 1 м шва; суммарная величина непровара, пор и шлаковых включений в одном сечении, если доступ к шву только с одной стороны, более 15% толщины металла или более 3 мм в металле толщиной более 20 мм. В соединениях технологических трубопроводов и во всех случаях газовой сварки недопустимы названные дефекты при их глубине более 10% толщины металла, или 2 мм (для сталей толщиной более 20 мм);

поверхностное окисление соединений из титана.

Качество сварных соединений оценивают по каждому снимку в отдельности. На снимке должны быть видны: изображение эталона чувствительности (дефектометра) с четко выраженным затемнением части канавок (проволок, отверстий в пластине), соответствующим чувствительности 2—7,5%; отпечаток клеяма. Не должно быть пятен, натеков и поврежденной пленки.

### Условные обозначения дефектов при расшифровке радиограмм (ГОСТ 23005—78)

Вид дефекта	Условное обозначение по алфавиту		Характер дефекта	Условное обозначение по алфавиту	
	рус.-скому	латин.-скому		рус.-скому	латин.-скому
Трещина	Т	Е	Вдоль шва Поперек шва Трещина разветвленная	Т <sub>в</sub> Т <sub>п</sub> Т <sub>р</sub>	Е <sub>в</sub> Е <sub>п</sub> Е <sub>с</sub>
Непровар	Н	Д	В корне Между валиками	Н <sub>в</sub> Н <sub>к</sub>	Д <sub>в</sub> Д <sub>к</sub>
Пора	П	А	Отдельная пора	Н <sub>р</sub> П <sub>т</sub>	Д <sub>с</sub> Д <sub>а</sub>
Шлаковое включение	Ш	В	Скопление Отдельное включение	Ш <sub>т</sub> Ш <sub>п</sub>	А <sub>с</sub> В <sub>а</sub>
Вольфрамовое включение	В	С	Цепочка Скопление Отдельное включение	В <sub>ц</sub> В <sub>с</sub> В <sub>с</sub>	С <sub>в</sub> С <sub>с</sub> С <sub>с</sub>
Окисное включение	О	—	Цепочка Скопление	—	—

Для сокращения записи максимальной суммарной величины дефектов на худшем участке радиограммы длиной 100 мм или на всей радиограмме при ее длине менее 100 мм должно использоваться условное обозначение 2.

Примеры условной записи дефектов при расшифровке радиограммы и документальном оформлении результатов радиографического контроля:

1. На радиограмме обнаружены изображения пяти пор с диаметром 3 мм каждая, цепочки пор с длиной 30 мм и максимальной длиной и шириной пор соответственно 5 и 3 мм, а также шлакового включения шириной 2 и длиной 15 мм.

Максимальная суммарная длина дефектов на участке радиограммы длиной 100 мм составляет 20 мм.

Запись в документации: БТЗ; ЦЗОТЗ × 5; Ш2 × 15; 220.

2. На радиogramме обнаружены изображения двух скоплений пор длиной 10 мм каждое и максимальный диаметр пор 0,5 мм, а также скопление шлаковых включений длиной 8 мм и максимальной шириной и длиной включений соответственно 1 и 2 мм.

Максимальная суммарная длина дефектов на участке радиogramмы длиной 100 мм составляет 18 мм.

Запись в документации: 2С10П0,5; 8СШ1 X 2; Ш18.

3. На радиogramме обнаружены изображения двух непроваров длиной 15 мм каждый и трещины длиной 40 мм.

Запись в документации: 2Н15; Т40.

4. На радиogramме обнаружены изображения пяти пор диаметром 4 мм каждая и непровара длиной 20 мм.

Максимальная суммарная длина пор на участке радиogramмы длиной 100 мм составляет 12 мм.

Запись в документации: ШП4; Н20; Ш12.

ГОСТ 23055—78 установил семь классов сварных соединений по результатам радиографического контроля с максимальным допустимым размером дефектов, выявляемых при радиографическом контроле. Например, в классах 1—3 непровары, трещины и скопления пор в классах 1—2 не допускаются. С увеличением номера класса возрастают допускаемые размеры дефектов.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Организация сварочных работ в строительстве должна предусматривать: технологическую подготовку; обеспечение квалифицированного руководства; материально-техническое обеспечение; подготовку и аттестацию сварщиков; радиографическое обследование и распределение труда квалифицированных сварщиков, сварочного оборудования.

Сварочные работы должны выполняться в соответствии с проектами производства работ (ППР), технологическими картами или картами трудовых процессов. Основные составляющие раздела сварки ППР: расчет объема сварочных работ в натуральном и нормативном (трудоемком) исчислении, ведомости трудовых и материальных ресурсов, схемы энергооборудования, технологические указания по сварке, термообработке и контролю качества сварных соединений, выбор форм организации и кооперации труда, требования техники безопасности и охраны труда. При необходимости составляется график производства работ. Проект должен предусматривать максимально возможную степень изготовления и укрупнения конструкций на заводах или базах, где осуществляется комплексная механизация сборочно-сварочных процессов. Технико-экономическое и оперативное планирование сварочных работ, оплата труда сварщиков предусматриваются на основе объемов сварки, установленных ППР. Техническое руководство сварочными работами на предприятиях и в организациях осуществляется: главным сварщиком (там, где в год изготавливают 20 тыс. т и более сварных конструкций или имеется в составе 200 и более сварщиков), инженеры, прорабы и мастера по сварке. В подрядной организации за каждым специалистом по сварке закрепляют определенный комплекс работ и 10—20 сварщиков (должности ИТР вводятся за счет линейного персонала). Руководитель сварочных работ обязан:

организовывать выполнение работ в соответствии с ППР и другой нормативно-инструктивной документацией;

осуществлять технический надзор за доброкачественным выполнением сборочных и сварочных операций, соблюдением рекомендованных режимов сварки и термообработки;

обеспечивать эффективное использование имеющейся и внедрение новой сварочной техники, правильное хранение и экономное расходование сварочных материалов;

вести учет выполненных работ, списывать и выдавать рабочим наряды на сварку;

организовывать входной, операционный и приемочный контроль качества сварных соединений в соответствии с ГОСТ и ТУ (см. схемы на с. 196, 197);

принимать участие в составлении исполнительской документации на сварные соединения, в случае заказчику и органам надзора отдельных сооружений или комплексов;

участвовать в периодической аттестации сварщиков и газорезчиков;

участвовать в составлении заявок на сварочные материалы и оборудование, отпуски по сварке.

Старший специалист по сварке непосредственно подчиняется главному инженеру предприятия (участка), а в техническом отношении — также главному сварщику треста.

Численность сварщиков в монтажном производстве в основном определяется количеством принятых формами организации труда:

высококвалифицированные сварщики-одиночки входят в состав монтажных участков и выполняют сварку по мере подготовки им фронта работ монтажными бригадами. Начальник участка (прораб) определяет их рабочие места и выдает задания, он же принимает законченную работу. Каждый сварщик имеет индивидуальную наряд на выполнение работ. Это наиболее распространенная форма организации труда при производстве монтажных работ на объектах со сравнительно небольшими объемами или при недостаточном фронте ответственных сварочных работ.

высококвалифицированные сварщики объединены в сварочные бригады, подчиненные мастеру (прорабу) по сварке, который принимает собранные под сварку комплексные бригады рабочих местами и принимает законченные сварочные работы. Работу оплачивают по бригадному наряду. Указанная форма организации труда целесообразна при выполнении большого сосредоточенного объема ответственных сварочных работ (крупногабаритные листовые конструкции, сложные конструкции из сорного железобетона, крупногабаритные установки и др.);

высококвалифицированные сварщики включены в состав комплексных монтажных бригад и работают по бригадному наряду. Такой вариант оправдывает себя главным образом на монтаже ответственных линейных сооружений, в частности трубопроводов. В этом случае необходимо принимать за основу при расчете состава комплексных бригад время сварки стыков с тем, чтобы не допускать выполнения сварщиками работ, связанных с физическими нагрузками, так как иначе не может быть гарантировано качество сварки;

в состав монтажных бригад включены сварщики сравнительно низкой (не выше IV разряда) квалификации, выполняющие приватку и сварку (как вариант — некоторые слесари-монтажники в бригаде имеют специальность сварщика). Работы ведутся по бригадному наряду. Это наиболее распространенная форма организации труда при монтаже неотчетственных конструкций; высококвалифицированные сварщики монтажного управления объединены в составе специализированного сварочного участка, выполняющего сварочные работы на всех объектах данного управления. Руководитель сварочными работами инженерно-технические работники, имеющие специальное образование. Сварочный участок ведет работы по принятию внутреннего субподряда у монтажных участков. Планирование объемов работ и взаиморасчета сварочного участка с монтажными осуществляется по единичным расценкам в соответствии с «Указаниями по производству расчетов за сварочные работы, выполняемые сварочными участками» (МСН 155-67/ММС СССР) или разработками института УкрПТКИМонтажспецстрой. Сварочные участки организуют при больших объемах ответственных сварочных работ на отдельных объектах (например, сооружение комплекса доменной печи) и в монтажных управлениях.

специализированный сварочный участок является ответственным исполнителем сборочных и сварочных работ на объекте, в состав сварочного участка включаются монтажные бригады или монтажный участок выступает как внутренний субподрядчик у сварочного, находясь у него в оперативном подчинении. Эта форма организации производства может быть рекомендована на монтаже ответственных объектов с особыми требованиями, предъявляемыми к качеству сварных соединений (например, комплекс трубопроводов высокого давления химических крупнотоннажных производств аммиака).

**Схема входного контроля сварочных работ (контролирует руководитель сварочных работ — прораб, мастер по сварке)**

Элементы, подлежащие контролю	Техническая документация	Квалификация сварщиков	Сварочные материалы	Сварочное оборудование и сборочно-сварочные приспособления
Состав контроля	Проверка содержания технологического проекта и проекта производства работ (раздела сварки), технологичности сварных узлов, сертификатов на основные материалы. Расчет количества сварочных материалов и оборудования, трудоемкости сварочных работ и потребности численности сварщиков	Проверка допуска рабочих к сварке ответственных конструкций в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков». Проведение дополнительной подготовки для выполнения данной работы. Организация сварки и испытания пробных образцов	Проверка сертификатов, соответствия материалов техническим условиям, актов испытания технологических свойств, условий хранения, технологических свойств материалов по браковочным признакам	Комплектность и исправность оборудования, наличие контрольно-измерительной аппаратуры
Способ контроля	Изучение проекта	Проверка удостоверений сварщиков, дополнительные испытания	Осмотр, механические испытания	Осмотр, проверка формуляров, журнала учета и состояния оборудования
Время контроля	До начала сборочно-сварочных работ			
Кто привлекается к контролю	Производственно-технический отдел	Сварочная лаборатория		Отдел главного механика (энергетика)

**Схема операционного и приемочного контроля качества сборки и сварки (контролирует руководитель сварочных работ — прораб, мастер по сварке)**

Контроль	Операционный			Приемочный	
	Подготовка конструкций под сварку	Сборка конструкций под сварку	Технология сварки	Сварные соединения	Оформление исполнительной документации
Состав контроля	Проверка: отсутствия поверхностных загрязнений, соответствия формы, размеров и качества подготовленных кромок требованиям нормативов, качества зачистки кромок	Проверка: состояния подготовленных кромок и прилегающих к ним поверхностей, соответствия марки и диаметра используемых для прихватки материалов требованиям проекта, качества прихватки, применения сборочных приспособлений, соблюдения последовательности сборочно-сварочных операций	Проверка: соответствия атмосферных и других условий требованиям нормативов, режима сварки, последовательности наложения швов (слоев), соответствия технических характеристик материалов и качества их подготовки и сварки. Организация сварки и испытания контрольных образцов	Корректировка схем расположения и уточнение количества сварных швов, проверка качества формирования швов, отсутствия наружных и внутренних дефектов незаваренных участков, брызг металла, шлака, трещин в металле шва и околошовной зоне, непроваров, пор, язвенных прожогов, кратеров, подреза и пр.	Проверка документации на сварочные работы: журнала сварочных работ, сертификатов на материалы, копий удостоверений сварщиков, актов внешнего осмотра сварных швов, протоколов механических испытаний сварных образцов, заключенный по гамма- или рентгенопросвечиванию, ультразвуковому контролю и т. д., протоколов металлографических исследований, актов на сварку контрольных стыков
Способ контроля	Внешний осмотр и измерения		Внешний осмотр, измерения и механические испытания	Внешний осмотр, физический (просвечивание швов в $\gamma$ д.) и химический контроль	Проверка технической документации
Время контроля	До начала сварки		Во время сварки	Во время и после сварки	После сварки
Кто привлекается к контролю	Мастер или прораб монтажного участка		Мастер или прораб сварочного участка	Сварочная лаборатория	

Выбор той или иной формы организации труда и управления сварочными работами зависит от конкретных объема и условий производства, а также характера сварочных работ. Однако во всех случаях необходимо обеспечить наибольшую загрузку сварщиков в соответствии с трудовой функцией (специализацию труда), создавая межоперационные заделы.

Опыт передовых монтажных организаций показал, что существенное повышение производительности труда сварщиков в строительстве возможно только при раздельном выполнении сборочных и сварочных операций, создании межоперационных заделов и расширении зоны обслуживания монтажных работ каждым сварщиком, т. е. при сосредоточении сварщиков в мобильных специализированных подразделениях.

При этом увеличивается и стабилизируется занятость квалифицированных сварщиков работой по специальности, сокращается технологические потери работ и потери рабочего времени, высвобождается время для выполнения сложных работ, возрастает взаимная требовательность слесарей и сварщиков, качество подготовки конструкций под сварку и сварных швов, шире внедряются прогрессивные способы сварки, оборудование и приспособления, аккордная оплата труда. Прогрессивные показатели производительности труда при выполнении сварочных работ см. в приложении 1. Расчеты и производственный опыт свидетельствуют, что в сложных условиях монтажа можно загрузить работой по специальности в среднем до 60—70% дипломированных сварщиков 4—6 разряда. Поэтому потребную численность рабочих этой категории в строительстве рекомендуется определять по формуле

$$\mu = \frac{1,3 \cdot T \cdot 10^6}{\Phi_s \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{пр}}}$$

где  $T$  — нормативные трудозатраты на сварочные работы, приведенные к ручной электродуговой сварке, млн. нормо-ч;  $\Phi_s$  — эффективный фонд рабочего времени или срок выполнения работ, ч;  $k_{\text{н}}$  — коэффициент переработки норм;  $k_{\text{пр}}$  — коэффициент приведения нормативных трудозатрат на сварочные работы к ручной сварке.

Рекомендуемые значения коэффициента приведения к ручной сварке  $k_{\text{пр}}$  для различных способов следующие:

Способ сварки	$k_{\text{пр}}$
Механизированная под флюсом	3
Частично механизированная под флюсом	1,5
Частично механизированная в углекислом газе	2
Частично механизированная порошковой открытой дугой	2
Электродуговая	4
Ручная дуговая	1
Контактная	3,5

Приведенные затраты труда на газовую сварку должны определяться по трудоемкости ручной электродуговой сварки.

Важным фактором обеспечения роста производительности труда на сварочных работах является проведение систематического контроля за использованием дипломированных сварщиков в соответствии с их специальностью и квалификацией.

Уровень специализации труда можно контролировать с помощью коэффициента качества рабочего времени  $k_2$  — отношения нормированного времени, затраченного на выполнение работ, свойственных специальности и квалификации исполнителя, или фактической выработки  $t_1$ , к расчетным нормативным затратам на выполнение этих работ (расчетной выработке)  $t$

$$k_2 = \frac{t_1}{t} \leq 1.$$

Анализ статистической отчетности показал, что  $k_2$  в настоящее время в среднем не превышает 0,4—0,5, но вполне реален  $k_2 = 0,75 \div 0,8$ .

Институт ВНИКТИсталяконструкция Минмонтажспецстрой СССР разработал автоматизированную систему контроля за работой сварочных постов, которая в значительной степени решает проблему увеличения эффективности использования рабочего времени и оборудования.

Система предназначена для оперативного управления сборочно-сварочными участками и обеспечивает контроль за ходом выполнения сменных заданий, поставкой на рабочие места конструкций и сварочных материалов, работой оборудования и передачей запросов с рабочих мест о вызове крана, контролера. Система фиксирует время работы оборудования (время горения дуги), собирает и накопляет информацию о выполняемой работе.

Система состоит из диспетчерского пульта, устройства для вызова крана, устройства для вызова контролера или мастера ОТК и проекционной установки.

Техническая характеристика системы контроля работ сварочных постов	
Номинальное напряжение питающей сети, В	220
Номинальное напряжение цепей управления, В	36
Количество обслуживаемых сварочных постов, шт.	24
Габаритные размеры пульта, мм	1190×900×1400
Масса пульта, кг	
Экономическая эффективность на один пульт, тыс. руб.	36

Время горения дуги на отдельных сварочных постах можно фиксировать с помощью простейшего счетчика, включенного в цепь источника сварочного тока. При замыкании дуги ток в цепи возрастает, реле тока замыкает свои блок-контакты в цепи микроэлектродвигателя, вращающего вал счетчика, а счетчик отсчитывает машинное время.

Необходимое количество сварочного оборудования определяют с учетом сменности, объема и характера выполняемых работ, сроков монтажа и количества рабочих, а также 10—15% дополнительных единиц в виде запаса на ремонт, транспортровку и т. д.

Общая требуемая мощность электропитания постов сварки и термической обработки  $P$  определяется как сумма полной мощности источников тока, используемых при производстве монтажных работ. Полная мощность каждой из групп потребителей, кВ·А

$$P_i = \frac{P_y \cdot k_c}{\cos \varphi}$$

где  $P_y$  — суммарная активная мощность потребителей данной группы, кВт;  $k_c$  — коэффициент спроса, зависящий от загрузки оборудования, одновременноности работ постов.

**Коэффициенты спроса и мощности**

Потребитель	Коэффициент спроса $k_c$	Средневзвешенный коэффициент мощности $\cos \varphi$
Однопостовой сварочный трансформатор	0,35	0,35
Однопостовой сварочный преобразователь или выпрямитель	0,35	0,60
Многопостовой выпрямитель или преобразователь	0,7—0,9	0,65
Трансформатор серии ТСОД (ТДФ) для термообработки или автоматической сварки под флюсом	0,60	0,55
Электрообедка, кран	0,15—0,20	0,5
Освещение, электропечь	0,8	1,0

Потребность в баллонах каждого типа

$$B = k_1 k_2 k_3 k_4 \text{ Ч}$$

где Ч — число рабочих, использующих баллоны;  $k_1$  — коэффициент, определяющий число баллонов, необходимых для одного поста в смену ( $k_1 = 1$  для горючих и защитных газов;  $k_1 = 2$  для кислорода);  $k_2$  — коэффициент запаса баллонов на их транспортировку и перезаправку ( $k_2 = 2$ );  $k_3$  — коэффициент, учитывающий запас баллонов на их ремонт ( $k_3 = 1,1$ );  $k_4$  — коэффициент, учитывающий условия обеспечения газом рабочих постов; при индивидуальном снабжении  $k_4 = 1$ ; при централизованном (от рампы)  $k_4 = 0,7$ . Необходимо количество газонструмента и шлангов определяется числом занятых рабочих с учетом запаса на нанос и ремонт.

Потребность в горелках, резаках, редукторах Г определяется по соотношению

$$\Gamma = K \text{ Ч}$$

где К — коэффициент, учитывающий запас на ремонт газонструмента; Ч — основной состав сварщиков и резчиков.

Потребность в шлангах определенного назначения  $Ш = K_1 K_2 \text{ Ч}$ , м, где  $K_1 = 1,15-1,2$  — коэффициент, учитывающий запас на ремонт;  $K_2$  — коэффициент, определяющий стойкость шлангов; для кислородных и дюрнитовых шлангов  $K_2 = 1$ , для ацетиленовых  $K_2 = 1,2-1,3$ ;  $l$  — длина шлангов на один пост, которая в среднем составляет 25 м в цеховых и 35 м в монтажных условиях.

Потребное количество электродов и сварочной проволоки определяется по формуле

$$G_s = Q k_{\text{э}} k_{\text{п}}$$

где Q — масса наплавленного металла, кг;  $k_{\text{э}}$  — коэффициент потерь, или расход электродов и проволоки на 1 кг наплавленного металла, кг;  $k_{\text{п}}$  — коэффициент, зависящий от пространственного положения сварных швов.

Коэффициент потерь для различных способов сварки и сварочных материалов равен:

Ручная дуговая сварка электродами:	
медовыми, марок СМ-11, РБУ-5, ОМА-2 . . . . .	1,50
УОНИ-13/45, УОНИ 13/55, АНО-6, АНО-4, МР-3 . . . . .	1,70
ДСК-50, ВСЛ-3 . . . . .	1,38
АНО-5, УОНИ 13/55У, УОНИ 13/85У . . . . .	1,60
РБУ-4 . . . . .	1,68
ВСП-2, УП-1/45 . . . . .	1,80
Частично механизированная сварка:	
под флюсом . . . . .	1,10
порошковой проволокой . . . . .	1,25
в среде углекислого газа . . . . .	1,10
Механизированная сварка под флюсом . . . . .	1,03
Газовая сварка:	
алюминия, стали, бронзы . . . . .	1,10
чугуна . . . . .	1,08
меди . . . . .	1,15
латуни . . . . .	1,15
Пайка припоем:	
мягкими . . . . .	1,03
твердыми . . . . .	1,10

В различных пространственных положениях  $k_{\text{п}}$  будет следующим:

Нижнее, сварка поворотных стыков . . . . .	1,0
Верхнее, горнозональное, сварка неповоротных стыков . . . . .	1,1
Положное . . . . .	1,2

Масса наплавленного металла и расход сварочных материалов при различных способах сварки и резки приведены в приложении 2.

## АТЕСТАЦИЯ СВАРЩИКОВ

### Тарифно-квалификационная характеристика рабочих в строительстве [21]

Обязанности	Необходимо знать	Характеристика и примеры работ
III	Устройство обслуживаемой газосварочной аппаратуры; основные свойства сваряемых металлов; правила подготовки под сварку, выбор режима нагрева, причины напряжений и деформаций в сваряемых изделиях и меры их предупреждения; основные технологические приемы сварки деталей из стали, цветных металлов и чугуна	Газовая сварка во всех пространственных положениях сварочного шва, кроме потолочного, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей, цветных металлов и сплавов Предварительный и сопутствующий подогрев при сварке. Сварка труб вертикальными и безнапорных для воды (проемы маневровых), трубопроводов водоснабжения и теплофикации в цеховых условиях
IV	Способы установления режима сварки в зависимости от конфигурации и толщины металла; основные сведения о сваряемости металлов; основные методы получения и хранения наиболее распространенных газов, используемых при сварке; виды дефектов в сварных швах, методы их предупреждения и устранения; чтение чертежей	Сварка конструктивных и трубопроводов из углеродистых сталей и цветных металлов во всех пространственных положениях. Сварка трубопроводов водоснабжения, теплофикации и технологических V категории — на монтаже и газопроводов низкого давления — в цеховых условиях
V	Механические и технологические свойства сваряемых металлов; выбор технологической последовательности наложения швов и режимов сварки; способы контроля и испытания ответственных швов, влияние термообработки на свойство сварного соединения	Сварка сложных и ответственных узлов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, предназначенных для работы под динамическими и вибрационными нагрузками, термобработка сварных швов. Монтажная сварка трубопроводов технологических, пара и горячей воды III и IV категорий, газопроводов низкого давления, трубопроводов
VI	Разновидности легких и тяжелых сплавов и их свойства; необходимые сведения по металлографии сварных швов; методы специальных испытаний сваряемых изделий	Сварка особо ответственных узлов, предназначенных для работы под давлением более 4МПа (40 кгс/см <sup>2</sup> ). Монтажная сварка газопроводов среднего и высокого давления, трубопроводов I и II категорий

Разряд рабочего	Необходимо знать	Характеристика и примеры работ
-----------------	------------------	--------------------------------

*Электросварщики ручной сварки*

III	Устройство применяемого сварочного оборудования; требования к сварным швам; свойства и назначения обжарки электродов; основные виды контроля сварных швов: приемы напряжений и деформации в свариваемых изделиях	Ручная электродуговая и газозащитная сварка во всех пространственных положениях, кроме подпочечного, углов и конструкций из углеродистых сталей (лестниц, перил, стоек, скоб и т. д.). Электродуговая сварка различных металлов
IV	Обычноности сварки конструкций; основные законы электротехники в пределах выполняемой работы; виды дефектов и способы испытания сварных швов; принципы выбора режима сварки, марки и типы электродов; механические свойства свариваемых металлов, чтение чертежей сложных металлоконструкций	Ручная электродуговая и газозащитная сварка, а также электродуговая сварка во всех положениях, сварка конструкций из чугуна. Сварка аппаратов, сосудов и емкостей из углеродистой стали, работающих без давления, каркасов, печей, резервуаров для нефтепродуктов вместимостью до 1000 м <sup>3</sup> , трубопроводов волоконнаблюдения и теплофикационных на монтаже
V	Электрические схемы и конструкции различных типов сварочных машин; технологические свойства свариваемых металлов; выбор технологической последовательности наложения швов и режимов сварки; способы контроля и испытания ответственных конструкций	Сварка аппаратов и сосудов из углеродистых сталей, работающих под давлением, и из легированных сталей, работающих без давления. Сварка блоков стальных и технологических металлоконструкций. Монтажная сварка арматуры железобетона во всех положениях и трубопроводов технологических, пара и воды III и IV категорий, газопроводов низкого давления, резервуаров вместимостью 1000—5000 м <sup>3</sup>
VI	Разновидности типовых сплавов, их свойства; методы специальных испытаний свариваемых изделий и назначения каждого из них; основные виды термической обработки; необходимые сведения по металлографии сварных швов	Ручная и газозащитная сварка особо ответственных конструкций и углов из различных металлов особо сложной конфигурации, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками. Сварка экспериментальных конструкций из металлов и сплавов ограниченной свариваемости. Сварка особо ответственных конструкций в блочном исполнении. Сварка на монтаже газотурбинных и резервуаров вместимостью более 5000 м <sup>3</sup> , сферических емкостей трубопроводов I и II категорий, газопроводов среднего и высокого давления

Разряд рабочего	Необходимо знать	Характеристика и примеры работ
-----------------	------------------	--------------------------------

*Электросварщики на автоматических и полуматричных машинах*

I	Основные сведения об устройстве оборудования для механизированной сварки; способы и средства подачи газа и флюса; основные требования, предъявляемые к флюсу, электродной проволоке, защитным газам и свариваемым деталям	Защитка конструкций под механизированную сварку и очистка швов после сварки. Установка деталей в приспособления. Подготовка к установке защитных приспособлений и обеспечение защиты шва в процессе сварки. Очистка швов после сварки. Заправка электродной проволоки, засыпка и обкурка флюса
II	Принципы действия применяемых аппаратов для механизированной сварки и источников питания; виды сварных швов; подготовка металла под сварку; общие понятия о приращении и назначении механизированной сварки	Обслуживание установок для электрошлаковой сварки, а также автоматизированных конструкций. Полуавтоматическая сварка простейших углов и конструкций из углеродистых сталей (кожухи ограждения и т. п.)
III	Устройство применяемых аппаратов и источников питания; основные виды контроля швов; выбор сварочных материалов; причины и меры предупреждения деформаций и напряжений в свариваемых изделиях; установление режима сварки	Сварка и наплавка сложных конструкций из углеродистых сталей. Сварка аппаратов, сосудов, емкостей, бункерных решеток, переходных площадок, лестниц, обшивки котлов, трубопроводов безнапорных для воды, технологических V категорий
IV	Основные законы электротехники; способы испытания сварных швов; виды, меры предупреждения и устранения дефектов в сварных швах, влияние режима сварки на геометрию шва, механические свойства свариваемых металлов, чтение сложных чертежей	Сварка ответственных углов и конструкций из различных металлов, в том числе работающих в тяжелых условиях, блоков воздухонагревателей, кожухов доменных печей. Сварка на цеховых условиях колонн, бункеров, эстакад
V	Механические и технологические свойства различных свариваемых металлов; выбор технологической последовательности наложения швов и режимов сварки; способы контроля и испытания ответственных соединений	Сварка особо ответственных конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками. Сварка балок рабочих площадок маргеновских цехов, конструкций из алюминия-магниевого сплава, биметаллов, трубопроводов I—IV категорий. Сварка мачт, телебашен, опор ДЭП в цеховых условиях, выпусков арматуры железобетона на монтаже
VI	Электрические и кинематические схемы сложных аппаратов для сварки, причины неисправностей и их устранение; контроль и способы испытания сварных соединений ответственных конструкций; основные виды ответственных конструкций	Полуавтоматическая сварка балок рабочих площадок маргеновских цехов, подкрановых балок под краны тяжелых режимов работы. Сварка ответственных конструкций из легированных сталей, типовых сплавов на ос-



Особые требования к сварщикам	Необходимо знать	Характеристика и пример работы
Виды термической обработки сварных соединений	О сложном оборудовании, прелетных створных мостов, Монтажная сварка Мачт, башен, опор ЛЭП	

Примечания. 1. Неудачные прихватки, исправление дефектов в сварных швах, приварку разнотипных приспособлений при монтаже ответственных конструкций выполняют сварщики, имеющие квалификацию не ниже той, которая установлена для сварки этих конструкций. 2. Электросварщики на автоматических или полуавтоматических машинах выполняют сварные соединения одним из следующих способов сварки: под слоем флюса, в среде защитных газов, открытой дугой проволокой сплошного сечения или порошковой, электрошлаковой и т. д.

### Правила аттестации сварщика

Цель периодических испытаний — установить квалификацию сварщика для допуска его к выполнению ответственных работ. Порядок и объем испытаний, обязательных для сварщиков, допускаемых к выполнению сварки при сооружении и ремонте поднадзорных Госгортехнадзору СССР объектов (паровых котлов, водогрейных котлов с температурой воды выше 115°С, сосудов, работающих под давлением, паропроводов, металлостроительных, грузоподъемных устройств), а также ответственных элементов вертикальных цилиндрических резервуаров для нефтепродуктов и газопроводов регламентируются правилами Госгортехнадзора.

Каждый сварщик независимо от стажа работы, ежегодно подвергается испытаниям по одному или нескольким способам сварки и видам работ, а при перерыве в работе свыше 6 мес, или систематическом браке в работе — досрочно. Сварщиков, зарекомендовавших себя высоким качеством выполнения работ, освобождают от повторных испытаний сроком до 1 года, но не более трех раз подряд. Теоретические и практические испытания проводят по согласованию с местным органом Госгортехнадзора постоянно действующая квалификационная комиссия во главе с главным сварщиком или руководителем сварочных работ организации. Результаты испытаний и решение комиссии оформляют протоколом, а сварщикам, выдержавшим испытания, выдают удостоверение протоколом, имеют право на повторные испытания не ранее чем через 1 месяц. Примерный тематический план подготовки сварщиков приведен в приложении 3.

Для практических испытаний необходимы основные и сварочные материалы, соответствующие применяемому на данном производстве. Сварка образцов должна проводиться в условиях, аналогичных производственным. Для получения права ведения работ во всех положениях шва допускается сварка в двух наиболее трудных положениях. Сварку выполняют в присутствии не менее двух членов комиссии. После сварки образцы осматривают и удовлетворительные, после маркировки, передают в лабораторию для дальнейших испытаний.

Практические испытания включают выполнение технологической пробы по ГОСТ 3242—79 на образцах, сваренных виахвастку или втавр, контроль физическими методами, механические испытания по ГОСТ 6996—66\* образцов на растяжение, изгиб или сплющивание и металлографическое исследование. Толщину пластин, мм, устанавливают: 8—25 для электроосварщиков, 6—10 для газосварщиков.

При сварке металла толщиной менее 6, более 25 мм и разных толщин при других видах сварки — в зависимости от свариваемых изделий и соответствующих технических условий.

Сварщиков, выдержавших испытания по сварке в горизонтальном и потолочном положениях шва, допускают к сварке во всех положениях.

Сварщики, занятые сваркой труб, при испытаниях должны сварить стык без подкладок отрезки неповоротных труб при горизонтальном и вертикальном

положениях их осей. При толщине стенки трубы до 6 мм для каждого положения сваривают по четыре отрезка: два — на растяжение и два — на сплющивание, из которых изготовляют образцы. При толщине 6—25 мм из труб вырезают по две полосы: на растяжение и на изгиб. Полосы прострогивают до получения плоских образцов со снятым в пределах норм непроваром. Испытание на изгиб также можно заменить испытанием на сплющивание. Перед вырезкой образцов керосиновой пробой определяют непроницаемость стыка.

Для свариваемых кромок пластины определяется размерами и количеством подлежащих изготовлению образцов с учетом припуска на ширину реза (3 мм) и последующую обработку и с добавлением длин неиспользуемых участков шва.

### Размеры пластины для изготовления контрольных соединений

Толщина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Ширина, мм
4	50	Свыше 20	до 50
		» 50 до 100	200
Свыше 4 до 10	70	» 100	250
		» 10 до 20	100

### Размеры используемых участков шва на контрольных пластинках

Способ сварки	Длина неиспользуемого участка шва, мм, не менее	
	в начале	в конце
Ручная электродуговая и газовая механизированная с любым типом зацита, кроме флюса, при толщине металла, мм:	20	30
до 10	15	30
более 10	30	50
Механизированная под флюсом на токе, А:	40	70
до 1000	60	Длина кратера в конце шва
более 1000		

Пробные образцы арматуры железобетона, заваренные сварщиком, проверяют путем осмотра, обмера и механических испытаний на прочность. В случае разрушения хотя бы одного из образцов при нагрузке меньшей, чем допускаемая, изготавливают и испытывают удвоенное количество образцов. Если вновь будут отмечены отклонения, необходимо дополнительное обучение рабочего.

Качество сварных соединений при приемочном контроле определяют по результатам их осмотра, обмера и механических испытаний на прочность контрольных образцов этих соединений, отбираемых из партии готовых арматурных изделий для соединений в соответствии с требованиями ГОСТ 10922—75. Механические испытания контрольных образцов могут быть заменены ультразвуковой дефектоскопией соединений согласно СН 393-78.

**Показатели испытаний**

Виды испытаний	Показатель брака
<p><i>Технологическая проба</i></p> <p>Внутренние дефекты: поры, шлаковые и другие включения, непровары в корнях шва стыковых соединений с односторонней разделкой кромок, выполненных без подкладок, а также угловых и тавровых соединений, выполненных с разделкой кромок</p> <p><i>Механические испытания</i></p> <p>Временное сопротивление разрыву при испытании образцов на статическое растяжение</p> <p>Угол статического изгиба для сталей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>углеродистых</li> <li>низколегированных-марганцовистых и кремнемарганцовистых при толщине стенки, мм: <ul style="list-style-type: none"> <li>до 20</li> <li>свыше 20</li> </ul> </li> <li>наколеннорованных — хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых, а также высоколегированных хромистых при толщине стенки, мм: <ul style="list-style-type: none"> <li>до 20</li> <li>свыше 20</li> </ul> </li> <li>аустенитного класса</li> </ul> <p>(для других материалов показатель должен быть не ниже норм, установленных ТУ на изготовление данных изделий)</p> <p>Угол загиба при газовой сварке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>углеродистых (С) и хромоарганцовистых (ХГ) сталей</li> <li>хромомолибденовых (ХМ) и хромованадиевых (ХФ) сталей</li> </ul> <p>Сплошное изделие</p> <p><i>Ударная вязкость</i> (при толщине металла более 12 мм)</p> <p><i>Испытания, не указанные выше</i></p>	<p>Свыше 75% норм, установленных ТУ на изготовление изделия</p> <p>Ниже нижнего предела временного сопротивления разрыву основного металла</p> <p>&lt;120°</p> <p>&lt;80° (для ХГ — 70°) &lt;60° (для ХГ — 50°)</p> <p>&lt;60°</p> <p>&lt;50°</p> <p>&lt;160° (S до 20 мм) &lt;120° (S более 20 мм)</p> <p>&lt;70°</p> <p>&lt;30°</p> <p>Образование трещин при расстоянии между сплюсцированными поверхностями трубы N менее определенного по формуле*</p> <p>Минимальное значение при температуре 20° С ниже 5 · 10<sup>-3</sup> Дж/м<sup>2</sup> (5 кгс · м/см<sup>2</sup>) для всех сталей, кроме аустенитного класса, ниже 7 · 10<sup>-3</sup> Дж/м<sup>2</sup> (7 кгс · м/см<sup>2</sup>) — для сталей аустенитного класса</p> <p>Ниже норм, установленных ТУ на изготовление изделия</p>

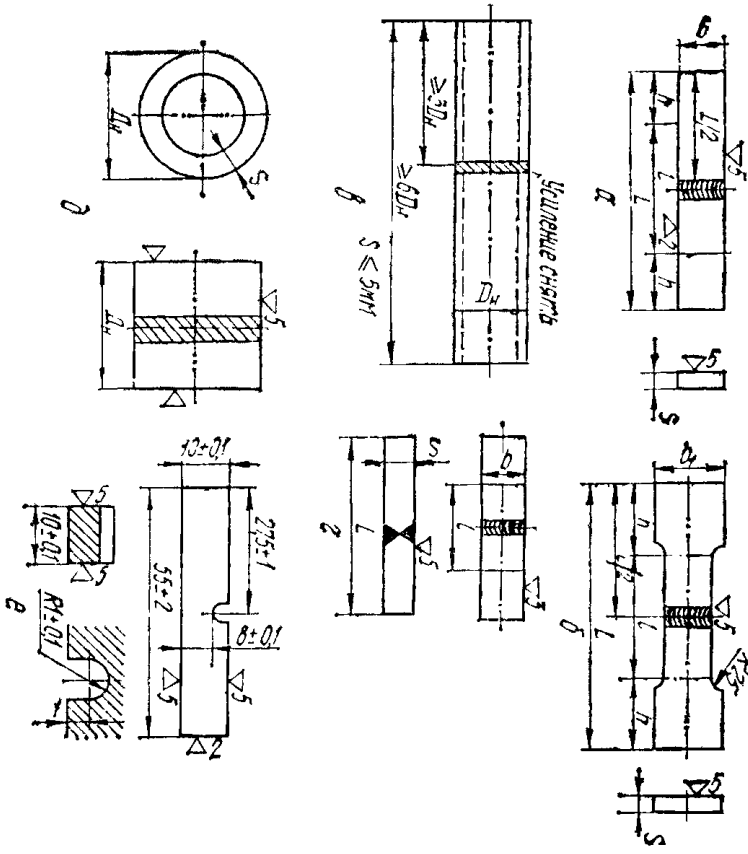


Рис. 16. Образцы для механических испытаний: а, б, д — на статическое растяжение; з — на статический изгиб; в — на сплющивание; e — на ударную вязкость.

**Размеры образцов для механических испытаний, мм (рис. 16)**

S	b	b <sub>1</sub>	L	L
<i>На растяжение</i>				
До 6	15 ± 0,5	25	50	1 + 2h
От 6 до 10	20 ± 0,5	30	60	1 + 2h
От 10 до 25	25 ± 0,5	35	100	1 + 2h
От 25 до 50	30 ± 0,5	40	160	1 + 2h
<i>На изгиб</i>				
До 50	1,5 S, но не менее 10	—	L/3	2,5D + 80

Примечания: 1. Длина захватной части образца b устанавливается в зависимости от конструкции машины для испытания. 2. D — диаметр оправки, мм.

\*  $N = \frac{(1+a)S}{a + \frac{D}{N}}$ , где S — номинальная толщина стенки, мм; D<sub>N</sub> — номинальный диаметр трубы, мм; a — деформация на единицу длины (для углеродистых сталей a = 0,08, для стали 1Х18Н12Т a = 0,09).

**Правила техники безопасности при производстве работ**

**Общие положения.** При выполнении сварочных работ и термической резки следует руководствоваться положениями СНиП II-4-80, а также Правилами техники безопасности и гигиены труда при производстве сварочных работ и термической резки металлов в строительстве, утвержденными Минмонтажспецстроем УССР (РД 36 УССР 3-81) и другими нормативными материалами.

К сварке допускают рабочих не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение с проверкой знаний по правилам техники безопасности и оформлением в специальном журнале. Повторные инструктажи проводятся администрацией ежеквартально и перед началом каждой новой работы, а проверка знаний — ежегодно — специальной комиссией (в том числе квалификационной комиссии по допуску к сварке ответственных конструкций). К сварке и резке с применением пропанов-бутановой смеси рабочим допускают после специального обучения и сдачи экзамена комиссия. Допуск к самостоятельному обслуживанию сварочных машин разрешается после сдачи экзамена по правилам их эксплуатации (квалификационная группа не ниже II).

Лица, поступающие на работу, проходят предварительный медицинский осмотр. Работавшие в замкнутых пространствах и занятые сваркой цветных металлов ежегодно проходят медицинский осмотр с обязательной рентгенографией грудной клетки и лабораторными исследованиями крови и мочи. Сварщики, у которых выявлен пневмокониоз, не допускают к сварке в закрытых помещениях, а при интоксикации марганцем переводят на работу, не связанную с вредными условиями труда.

Рабочие места сварщиков ограждают переносными ширмами или щитами из негорючих материалов (листовая сталь, асбестовое полотно, брезент). Постоянные рабочие места, а также защитные ограждения окрашивают в светлые тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в краску окиси цинка.

При выполнении работ на высоте более 1,1 м от уровня земли перекрытия или ярусы должны быть оборудованы исправными лесамн, досками, подставками с перилами высотой не менее 1 м и бортовой доской высотой 150 мм. Деревянные поручни перил должны быть остроганы, а металлические не должны иметь заусенцев, острых кромок, незащищенных сварных швов и т. п. Бортовые доски устанавливаются на настил, а элементы перил крепятся к стойкам с внутренней стороны.

Для выполнения значительного объема работ по установке небольших консолей и крошечейков на высоте до 3 м при невозможности устройства подмоостей можно пользоваться переносными монтажными лестницами или стремянками.

Лестницы должны быть оборудованы крючьями или другими надежными устройствами для их закрепления; нижние концы тетив должны иметь упоры в виде острых металлических шипов или других тормозных устройств в зависимости от материала опорной поверхности. Длина приставной лестницы не должна превышать 5 м, а шаг между ступеньками — 340 мм. Деревянные лестницы должны изготовляться из односортового прочного дерева. Ступеньки лестниц должны быть врезаны в тетивы, которые не режут чем через 2 м скрепляют металлическими стяжками. Запрещается крепление ступенек гвоздями внакладку. Раздвижные лестницы-стремянки должны быть обеспечены устройствами, исключающими их самопроизвольное раздвижение. Все приставные устройства с упорами должны находиться на учете, иметь порядковые номера, таблички с указанием принадлежностей и даты очередной проверки. Окрашивать лестницы не разрешается. При невозможности использования лесов и т. п. сварщиков снабжают исправными предохранительными поясами (ГОСТ 5718—77\*). Женщины к работе на высоте, на плазморежущих установках и в замкнутых пространствах не допускают.

При одновременной работе сварщиков (резчиков) и других рабочих на различных высотах по одной вертикали необходимы надежные средства защиты от падающих брызг, осарков и других предметов.

Сварка на открытом воздухе во время дождя и грозы не допускается.

Применение и хранение в местах производства сварочных работ огнеопасных материалов запрещается. Баллоны и азетиленовые генераторы допускаются располагать не ближе 10 м от открытого огня.

Производство работ на открытом воздухе разрешается при температуре до —30°С. При температуре от —20 до —25°С рабочим должна представляться возможность обогрева в непосредственной близости от рабочих мест в течение 10 мин через каждый час. При температуре от —25 до —30°С рабочий день сокращают на 1 час. Не допускается производство работ на высоте при силе ветра более 6, а при монтаже глухих панелей — 5 баллов, а также при гололеде.

Рабочие места должны быть оборудованы общим и местным освещением. Напряжение стационарных светильников местного освещения не должно превышать 36, а переносных — 12 В.

Для выполнения работ в колодцах, емкостях и других замкнутых помещениях с неудобными для рабочего условиями у входа должен находиться рабочий, наблюдающий за сварщиком. Сварщику необходимо иметь переносную лампу и предохранительный пояс со страховочным канатом, второй конец которого должен находиться у подсобного рабочего.

Запрещается одновременная работа в закрытых листовых конструкциях электро- и газосварщиков (газорезчиков).

В местах, где возможно образование и скопление вредных газов, устанавливают вентиляцию, а рабочих снабжают респираторами, противоязвими, кислородными надувными приборами (КИП) или шланговыми противоязвими с подачей воздуха в зону дыхания.

Выполнение особо опасных и сложных работ оформляют допуском, прилагаемым к наряду, с указанием необходимых мероприятий по технике безопасности. Запрещается выполнять сварочные работы на сосудах, находящихся под давлением.

**Правила безопасности при эксплуатации электрооборудования.** Напряжение холостого хода сварочных генераторов не должно превышать 80—90, а трансформаторов — 70—75 В.

Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом не должна превышать 10 м.

При работе в стесненных условиях или в замкнутых помещениях сварочная установка должна иметь блокировку, обеспечивающую автоматическое отключение сварочной цепи, или понижение напряжения при обрыве дуги до 12 В с выдержкой не более 0,5 с. Для снижения напряжения на держателе при сварке на переменном токе можно применять устройства УСНТ-4 (ТУ МЭП СССР от 3 октября 1969 г.), УОНТ-2У2, и т. п.

Корпуса сварочных агрегатов, каркасы распределительных щитов и шкафов подлежат заземлению медным проводом сечением не менее 6 мм<sup>2</sup> или железным сечением не менее 12 мм<sup>2</sup>. В качестве заземлителя можно использовать трубу диаметром 37—50 мм (или полосу металла толщиной более 4 мм и сечением 48—50 мм<sup>2</sup>), длиной 1—2 м, закопан ее в землю и присоединив к ней и заземляемому корпусу заземляющий проводник. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 10 Ом при суммарной мощности источников сварочного тока 100 кВА. Заземление выполняют до включения установки в электроосеть. Запрещается использовать контур заземления в качестве обратного провода.

Маховички, кнопки, рукоятки, в том числе ручки электроддержателей, выполняются из токопроводящего материала или надежно изолируются от частей, находящихся под напряжением. Необходимо заземление зажима вторичной обмотки трансформатора, к которому присоединяют обратный провод.

Температура нагрева отдельных частей сварочного агрегата не должна превышать 75°С.

Запрещается производить какой-либо ремонт сварочных установок, находящихся под напряжением.

**Правила производства огневых работ на сосудах, бывших в употреблении.** Перед работой на сосудах, бывших в употреблении, необходимо установить, чем они были заполнены. Если в сосуде находилась горючая жидкость, то его сле-

дует очистить, промыть 10—12%-ным раствором каустической соды или триа-трифосфата и продуть сухим острым паром. Продолжительность пропаривания зависит от вместимости сосуда:

Вместимость сосуда, л	До 20	20—200	200—300	3000—5000
Продолжительность пропаривания, ч, не менее . . . . .	0,5	2—3	15—20	24

При невозможности применить пропаривание сосуд вместимостью до 200 л можно заполнить водой на 80—90% объема и кипятить в течение 2—3 ч. Последующим лабораторным анализом воздушной среды в сосуде определяют ее негорючесть.

Если в сосуде было минеральное масло, то в моющий раствор добавляется 2—3 г/л жидкого стекла или мыла.

Во всех возможных случаях сосуд перед сваркой следует заполнить водой до максимального допустимого уровня и оставить открытыми все люки и вентиля в верхней части сосуда и особенно в месте сварки (сосуд вместимостью свыше 1000 л вместо заполнения водой можно промывать изнутри в течение 2—3 ч). Допускается создание в сосуде взрывобезопасной газовой среды путем заполнения его углекислым газом, азотом или аргоном под давлением не более 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Указания по технике безопасности при эксплуатации агрегатов с приводом от двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Для исключения аварийного повышения скорости вращения ДВС перед пуском агрегата в работу необходимо проверить:

натяжение ремней вентилятора и регулятора оборотов. При нажатии на ремень между шкивами генератора и вентилятора против должен быть не более 12—15, а между шкивами вентилятора и регулятора оборотов — 10...12 мм; исправность ремней;

исполнение тяги регулятора оборотов с рычагом и дроссельной заслонкой; исправность кронштейна регулятора оборотов;

крепление ступицы вентилятора на валике водяного насоса.

Категорически запрещается работать с агрегатом: при ослаблении ремней, наличии некачественных соединений тяги регулятора оборотов с рычагом и дроссельной заслонкой, трещины или поломки кронштейна регулятора, ослаблении крепления ступицы вентилятора к валушке водяного насоса, а также без защитного кожуха на шите генератора со стороны колдкатора.

Во избежание попадания бензина на щетки сварочного генератора и его воспламенения необходимо:

заливать бензин только при неработающем двигателе, а после заливки вытереть места, куда он попал;

следить за тем, чтобы не было течи топлива из бака и бензопровода. Для проверки уровня топлива следует пользоваться мерной линейкой. Ни в коем случае нельзя подносить огонь к баку; в случае воспламенения бензина пламя тушат землей, песком или накрывают брезентом.

Правила техники безопасности при механизированной сварке. Флюс, применяемый при механизированной сварке, должен быть чистым и сухим. Целесообразно, где это возможно, вместо флюса марки ОСЦ-45 применять флюс марок ФЦ-9, АН-348А. Для уборки флюса нужно пользоваться флюсоотсосами или совками со стальными щетками. Убирать или закруживать в бункеры флюс следует осторожно — во избежание выделения пыли в окружающую среду.

Подвижные контакты, рубильники и переключатели необходимо систематически осматривать при сжатом напряжении и подчищать.

Ток к автоматам должен поступать по подвижным проводам, помещенным в резиновые рукава, обшитые брезентом или обмотанные киперной лентой. Небольшие подвижные провода должны быть в металлических трубах. Электропровода, трубки для газа и охлаждающей воды, соединяющие передвигаемые пульты управления со сварочными головками и горелками, закладывают в общий резиновый шланг.

Горелки для сварки и резки в среде защитных газов не должны иметь открытых токоведущих частей, а рукоятки должны быть покрыты диэлектрическими и теплоизоляционными материалами и снабжены щипками для защиты рук сварщика от ожогов.

При электрошлаковой сварке и электродуговой с принудительным формированием шва нужно следить за уровнем жидкой ванны и состоянием подачи охлаждающей воды. Запрещается во время сварки находиться под полугоним, подкалкой или формой, откуда возможен выброс металла.

Правила безопасной эксплуатации баллонов со сжатыми газами. Транспортировка баллонов разрешается на рессорных транспортных средствах, на специальных ручных тележках и носилках, в специальных контейнерах (баллоны закреплены вертикально). Переноска на руках или на плечах не допускается (в пределах рабочего места баллон можно кантовать в слегка наклонном положении).

Бесконтейнерная транспортировка предполагает до отказа извернутые колпак, горизонтальную укладку в деревянные гнезда, оббитые войлоком или другим мягким материалом. При погрузке более одного ряда баллонов применяют прокладки из пенящегося каната или резиновые колыда толщиной не менее 25 мм. Баллоны укладывают в пределах высоты бортов только попеременно.

Не менее чем двое рабочих должны заниматься погрузкой и разгрузкой. Не допускаются сбрасывание баллонов, удары их друг о друга, а также разгрузка вентилями вниз. Запрещено грузить баллоны в грязные кузова автомашины. В летнее время при перевозке их необходимо накрывать брезентом от солнечных лучей.

Совместная транспортировка кислородных и ацетиленовых баллонов запрещена, за исключением доставки двух баллонов к рабочему месту.

Автомашин, перевозящих баллоны, должны иметь на кузове опознавательный красный флажок. Не допускается проезд людей в кузове. Сопровождающее лицо должно находиться в кабине шофера.

Баллоны хранят на отапливаемых складах с покрытиями легкого типа, со стенами и перегородками из материала не ниже II степени огнестойкости. Окна и двери должны открываться наружу. Стекла — матовые или закрашенные белой краской, голы (на складах с горючими газами или карбидом кальция) — из материалов, исключаящих искробразование при ударах (деревянные торцы, искрящийся асфальт и т. п.). Температура в помещениях не должна превышать +35°С. Освещение — наружное, отоглаженное — центральное. Необходима естественная или искусственная вентиляция.

Совместное хранение полных и пустых баллонов с горючим газом и кислородом не допускается.

Обязательна герметичность вентиляей, баллонов. В случае обнаружения пропуска газа баллон должен быть удален в безопасное место.

Эксплуатация грязных, с вмятинами и царапинами, неравномерно покрашенных, несвоевременно испытанных баллонов запрещена. Особенно следует обращать внимание на отсутствие масла или грязи на штуцере вентиля кислородного баллона. Не разрешается открывать колпак ударами, ремонтировать вентиля (на закрытом вентиеле ацетиленового баллона, в случае пропуска газа, можно подтянуть сальниковую гайку). При замерзании вентиля их отогревают только с помощью чистой горячей воды или пара.

На рабочем месте баллоны устанавливают вертикально в специальных стойках и прочно крепят хомутами или цепями. Они не должны касаться металлических конструкций, электропроводки. Навесы на стойках предохраняют баллоны от попадания масла, грязи. На открытых местах в летнее время баллоны необходимо укрывать от солнечных лучей брезентовыми чехлами.

Правила безопасности при использовании баббанов с карбидом кальция и эксплуатации передвижных ацетиленовых генераторов. Карбид хранят в сухих, хорошо проветриваемых негорючих складах с легкой кровлей, за состоянием которой устанавливают наблюдение для предупреждения проникновения атмосферных осадков. Склады обезопасивают огнетушителями и щипками с сухим песком. Барабаны разрешено хранить как в горизонтальном, так и в вертикальном положении. Из вскрытых или поврежденных барабанов карбид следует пересылать в специальные, герметические закрывающиеся бидоны, и расхо-

вать в первую очередь. Хранение тары из-под карбида разрешается на специально отведенных площадках вне производственных помещений. При погрузке и разгрузке барабанов не допускается курение.

Для раскучорки барабанов запрещается использовать инструменты из стали и сплавов, содержащих более 70% меди (можно рекомендовать латунные молоток и зубило). Перед раскучоркой крышку необходимо смазать слоем тавота толщиной 2—3 мм.

Запрещается пользоваться самодельными азетиленовыми генераторами. К каждому генератору должен быть приложен паспорт, а также инструкция по правилам эксплуатации и техники безопасности, составленная на основании технической характеристики генератора (паспорта) с учетом особенностей его эксплуатации в местных условиях и утвержденная главным инженером организации.

Передвижные генераторы устанавливаются преимущественно на открытом воздухе или под навесом. Допускается установка для производства временных работ: в рабочих и жилых вентилируемых помещениях, имеющих объем не менее 300 м<sup>3</sup> на один аппарат или 100 м<sup>3</sup>, если газопламенные работы проводятся в другом помещении, в горячих цехах на расстоянии не менее 10 м от открытого огня и нагретых предметов, где нет опасности попадания на генератор горячих частиц металла или искр и засасывания азетилена в печи, вентиляторы и т. д.; выше уровня земли — при небольшом разрешении главного инженера организации и пожарного надзора.

Запрещается устанавливать генератор наклонно и рядом с кислородным баллоном; во время работы его следует охранять от толчков и падений. Не допускается зарядка генератора карбидом кальция меньшей грануляции, что предусмотрено инструкцией.

Не допускается работа генератора без водяного затвора и с неисправным затвором. Уровень жидкости в водяном затворе следует проверять не реже двух раз в смену и обязательно перед началом работ, а также после каждого обвального удара. Не допускается работа от однофазного генератора несколькими горелками.

Температура воды и газа в генераторе не должна превышать 50° С (при большей температуре иг принимает бурую окраску). Иг складывают в специальные ящики с вентиляционной трубой, а после работы закрывают в специальных ямы.

В зимнее время генератор укрывают ватным чехлом от замерзания, шланг и корпус вентиля на водяном затворе покрывают теплоизоляционным материалом (например, шнуровым асбестом), в водяном затворе заливают незамерзающую жидкость (раствор в воде):

Температура, °С, до	Состава жидкости, %
—40	60 этиленгликоля (по объему)
—40	30 хлористого кальция (по массе)
—30	35 глицерина (по объему)
—15	20 хлористого натрия (по массе)

Необходимо принять меры против коррозии внутренней части затвора при использовании хлористого кальция и хлористого натрия: после работы раствор надо слить, а затвор промыть водой.

При замерзании воды в затворе, генераторе или шлангах их отогревают только чистой горячей водой на расстоянии не менее 10 м от открытого огня и при наличии вентиляции.

При возламенении генератора тушить огонь можно только песком или сухим огнетушителем.

Правила эксплуатации аппаратуры для газопламенной обработки металлов. Находящиеся в эксплуатации ручные резаки, горелки, редукторы, шланги и газорезательные машины закрепляют за отдельными рабочими. Перед началом работы необходимо проверить:

плотность и прочность присоединения газовых шлангов к горелке (резаку) и редуктору;

наличие воды в водяном затворе до уровня контрольного крана и плотность всех соединений;

исправность аппаратуры, наличие достаточного подсоса в инжекторной горелке (резаке);

правильность и исправность подвозки тока, заземления (завуления) выключющих устройств газорезательной машины.

Запрещается:

эксплуатация аппаратуры, имеющей неплотности; сплюсывание и переобдание шлангов, перелетание их с тросами, электрокабелями, использование замасленных шлангов, подматывание дефектных мест изоляции.

Аппаратура должна периодически проходить испытание. Пользование неисправной аппаратурой запрещается.

Указанная по технике безопасности при сварке трубопроводов из подмерзших материалов. При контактной сварке необходимо следить за тем, чтобы торцы свариваемых труб были ровными и их можно было одновременно и равномерно прижать к нагревательному инструменту, а после оплавления — друг к другу. Для этого, соблюдая меры предосторожности, непосредственно перед сваркой торцы труб следует зачистить напильником и циклей.

Не разрешается сварка поверхностей, загрязненных маслами, смазками, нефтью и другими материалами, которые не только ухудшают качество сварки, но при контакте с раскаленной поверхностью могут загореться и стать причиной взрыва вздутой среды вредных газов.

Каждый полимерный материал имеет свою оптимальную температуру для сварки, превышение которой может привести к разложению материала с выделением в воздух вредных и ядовитых газов. Так, для трубопроводов из полиэтилена максимальная температура для сварки колеблется от 180 до 220° С, для трубопроводов и вентиляционных коробов из винилпаста эта температура не должна превышать 250° С и т. д. С этой целью в процессе сварки температура на поверхности нагревательного инструмента должна быть постоянной (с точностью ±10° С). Ее контролируют с помощью термомпа, расположенных максимально близко к рабочей поверхности.

Продолжительность оплавления торцов труб, которая не должна превышать необходимых пределов, зависит от вида полимерного материала, температуры рабочей поверхности нагревательного инструмента и окружающей среды, а также от качества подготовки торцов труб под сварку и величины давления, прижимающего их к нагревателю.

### Продолжительность оплавления торцов труб

Материал труб	Продолжительность оплавления, с, при толщине стенки трубы, мм									
	2	3	4	6	8	10	12	14		
ПЭВД	180	25	30	35	50	70	85	100	120	
ПЭНД	200	30	40	50	70	90	110	130	160	
ПХВ	240	35	40	60	75	100	120	140	180	

Контроль продолжительности контакта с нагревательным инструментом в производственных условиях осуществляется с помощью секундомера или реле времени.

Промежуток времени между снятием нагревательного инструмента с оплавленных труб и их сжатием должен быть минимальным (1—2 с). С увеличением

этого промежутка времени прочность шва резко снижается вследствие быстрого охлаждения свариваемых поверхностей. Каждое движение рабочих при этом должно быть хорошо продумано, так как спешка может привести к тяжелым ожогам из-за большой температуры расплавленного материала и его высокой вязкости.

После выполнения каждой сварочной операции нагревательный инструмент необходимо тщательно очищать от прилипшего к его поверхности материала, а также от окалины, пыли, чтобы загрязнение не попал в дальнейшем в сварной шов. Очищать инструмент можно только после того, как он остынет.

Для предотвращения налипания полимерногo материала трубы к рабочим поверхностям нагревательного инструмента можно применять фторопластовую пленку, надеваемую на нагревательный инструмент в виде чехла. При ее использовании необходимо следить за тем, чтобы температура инструмента не превышала 250° С, так как при более высокой температуре фторопласт начинает разлагаться с выделением токсичных газов. Применять для этой цели различные смазки не разрешается.

Прутковую сварку во избежание несчастного случая выполняют следующим образом. Струю горячего газа направляют попеременно крупновыим или колаба-тежными движущимися горелки на сварочный пруток и скошенные кройки. При сварке прутки держат в левой руке между большими и указательными пальцами, горелку — в правой. До начала сварки конец прутка срезают под углом 30°, затем пруток нагревают и укладывают на основание шва под небольшим углом. Материала определяют визуально. Для удобства в работе и во избежание ожогов прутки рекомендуются брать длиной несколько большей длины сварочного шва (на 10—12 см).

Следует отрегулировать газовую горелку таким образом, чтобы газ сгорал полностью, так как загрязнение воздуха окисью углерода, углекислым газом или другими продуктами неполного сгорания может привести к отравлению рабочих.

**Воздействие газов, выделяющихся при огневых работах, на организм человека и меры предосторожности**

Когда выделяется	Признаки отравления	Меры предосторожности
	<i>Оксид цинка</i>	
При сварке пайке в резке медноцинковых сплавов, оцинкованных сталей, при металлизации цинком и латуной	Слабоватный привкус во рту, плохой аппетит, усиленная жажда, повышенная усталость, давящая боль в груди, сонливость, сухой кашель, появляется чувство холода, озноб, повышенные температуры, тошнота, рвота	Использование в качестве присадки проволоки ЛК-62-05. Сварка с подветренной стороны. Применение вентиляций, респираторов ШВ-1 «Ленес-ток», правильный выбор режима сварки, применение рутливых электродов диаметром не более 3 мм. Сварка тонкой проволокой в углекислом газе или СОДП. Предварительная очистка цинка в местах сварки

Когда выделяется	Признаки отравления	Меры предосторожности
------------------	---------------------	-----------------------

*Оксид кадмия*

При сварке изделий с защитным кадмевым покрытием, пайке с помощью серебряного припоя (15—25% Cd)	Сухость во рту, головная боль, спонгиозидеенне, тошнота, сильная рвота, общая слабость. Симптомы восстановления бронхов и легких, мучительный кашель, затрудненное дыхание, температура до 40° С, бред, боли в области груди и суставах, иногда приступы удушья	При пайке пользование электронагревательными приборами для нагрева припоя выше 700° С. Местная вытяжка, применение респиатора Ф-46 или противораза типа «Г» с фильтром от дыма. Наличие кадмиевого покрытия определяют при нагреве по образцовано золотистожелтой пленки
--	---	--

*Оксид свинца*

При сварке металла, окрасенного свинцовыми красками, сварке свинца и металлизации свинцом	Металлический привкус во рту, отрыжка, потеря аппетита и общий упадок сил	Удаление краски из зоны сварки (реза) механически путем. Надежная вентиляция. Соблюдение чистоты кожи, рта, одежды, прием пищи и курение вне рабочих помещений. Чистка зубов после работы
---	---	---

*Акролин*

При сварке и резке неталда, покрытого жиром; при наливании жира на проволоку и на флюсе	Жжение в глазах, слезотечение, конъюнктивит, кашель. Запах акролина напоминает запах, возникший при гашении свеч	Тщательная очистка свариваемых поверхностей и проволоки от жира и крахмала. Сушка флюса
---	--	---

*Фтористые соединения*

При сварке электродами фтористокальциевого типа, применение флюса ОСЛ-45	Слабкий привкус во рту, головокружение. После работы озноб, повышение температуры, иногда тошнота, рвота	Применение флюсов марки ФЦ-9, АН-348А. Надежная вентиляция в замкнутых помещениях
--	--	---

*Оксид марганца*

При сварке и резке марганцовистых сталей, сварке электродами руднокислого типа (ОММ-5, ЦМ-7, СМ-5 и др.)	Головная боль, слабость, тошнота, головокружение, апатия, сонливость, изжога, боли в конечностях	Применение электродов рутливого типа (АНО-4, РБУ-4, МР-3 и др.). Вентилирование рабочих мест
--	--	--

Когда выделяется	Признаки отравления	Меры предосторожности
Неполное сгорание горючих газов в пламени горелки, сварка в углекислом газе в замкнутых пространствах	Повышенное утомление, головная боль, тошнота, рвота, потеря сознания	Усиленная вентиляция рабочих зон, Подвод воздуха в зону дыхания сварщика

*Ожечь газерода*

Примечание. При обезжиривании металла и других сварочных материалов не следует применять гихлорэтилен, дихлорэтан и другие хлорированные углеводороды, так как при их соединении с озоном, присутствующим в атмосфере при дуговой сварке возможно образование фосгена. При обезжиривании сварочных материалов металла ацетоном или другими растворителями необходимо соблюдать такие требования: растворитель хранить в сосудах с плотно закрывающейся крышкой; емкость не более 0,5 м<sup>3</sup>; разлитую жидкость немедленно удалять с помощью тампонов; тампоны держать в сосуде, до половины наполненном водой, с плотно закрытой крышкой; нельзя начинать сварку до закрытия сосуда с тампонами, а также до удаления разлитой жидкости и ее испарения с кромок; сосуда с растворителями и тампонами помещать в плотно закрытые огнестойкие шкафы.

**Ремонт и испытание аппаратуры и приспособлений**

Наименование	Межремонтный цикл, не более	Краткое содержание работы
Электроварочное оборудование	1 мес	Проверка на отсутствие замыкания на корпус, целостность заземляющего провода, исправность изоляции питающих проводов, отсутствие оголенных токоведущих частей и замыкания между обмотками
Сварочный провод	1 мес	Проверка на целостность изоляции
Редуктор (срок службы клапана 4 мес, мембраны — 6 мес)	3 мес	Ремонт, промывка (обезжиривание), испытание: на плотность, на самотек, на падение давления, на пропускную способность, на срабатывание предохранительного клапана
Редуктор	1 неделя	Проверка резьб. Испытание на плотность и самотек
Фильтр редуктора	2 недели	Чистка и промывка дихлорэтаном
Манометры редуктора и банка для горючего	1 год	Проверка, мелкий ремонт, регулировка
Горелка (резак)	1 мес	Ремонт. Чистка и промывка наконечника (головки), смешивальной камеры и инжектора. Проверка на плотность, нижекцию и отсутствие обратных ударов
Испаритель керосинореза	1—2 недели	Чистка нагара с асбестовой оплетки. Промывка бензином
То же	1 мес	Замена асбестовой оплетки. Проверка керосинореза на горение
Шпатели	3 мес	Проверка, удаление дефектных мест. Испытание кислородных шлангов под 1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> ) и ацетиленовых — 0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> )

Наименование	Межремонтный цикл, не более	Краткое содержание работы
Бачок для горючего	1 мес	Проверка: на прочность гидравлическим давлением 1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> ), на плотность — пневматическим давлением 0,5 МПа (5 кгс/см <sup>2</sup> ) с обмыливанием всех соединений
Ацетиленовый генератор	1 год	Чистка, продувка, общий осмотр, устранение неплотностей, смазка резьб техническим вазелином, испытание на плотность
Водяной затвор	1 неделя	Проверка мыльной эмульсией всех соединений
То же	2 недели	Чистка от ила, промывка, смазка тавотом сedit клапана среднего давления. При необходимости замена клапана, трехратное испытание уплотнений при давлениях 0,05, 0,1 и 0,145 МПа (0,5, 1 и 1,45 кгс/см <sup>2</sup> ). Проверенный затвор испытывают на плотность при максимальном давлении
Посредствительный	6 мес	Испытание под статической нагрузкой массой 300 кг
Веревка спасательная	3 мес	То же, 200 кг
Контейнер для кислородных баллонов	1 год	Испытание сосредоточенным грузом массой 300 кг
Леса подвесные	1 год	Испытание под статической нагрузкой массой 1,25 Р <sub>н</sub> и динамической — 1,1 Р <sub>н</sub>
Леса подъемные и люльки	1 год	Испытание под статической нагрузкой массой 1,5 Р <sub>н</sub> и динамической — 1,1 Р <sub>н</sub>
Подмости	1 год	Испытание сосредоточенным грузом массой 130 кг и равномерно распределенным грузом массой 250 кг

Примечание. Р<sub>н</sub> — допустимая рабочая нагрузка.

**Противопожарные мероприятия.** Места, где производятся огневые работы, оборудуют огнетушителями, гидрантами, ящиками с песком, лопатами и совками, бочками или ведрами с водой.

Деревянные конструкции, расположенные ближе 5 м от сварочных постов, оштукатуривают или обивают листовым асбестом или листовой сталью по войлоку, смоченному в глиняном растворе. В сфере попадания брызг металла и искр не должно быть других, легко воспламеняющихся предметов. При работе на лесах следует уложить на настоль листы асбеста, держать поблизости сосуда с водой или огнетушители.

В тех случаях, когда проведение работы не требует дополнительных мер, предусматриваются общие правила, на производство огневой работы выдают разрешения, регистрируя которых ведется пожарной охраной. Липо, получившее разрешение, расписывается на корешке, дублирующем текст. При огневых работах в опасных зонах предусматривают специальные пожарные посты.

Для тушения горящего титана могут применяться: сухой порошковый флюс и огнетушители, используемые для тушения горящего магния. Локализированные очаги горения тушат аргоном или гелием. Нельзя применять для гашения горящего титана воду, углекислоту, песок и четыреххлористый углерод.

## Индивидуальные средства защиты

Для сварочных работ используются костюмы из парусины брезентовой с комбинированной пропиткой.

Работать можно только в целой, сухой, непромасленной, застегнутой спецодежде. Ботинки должны быть с боковыми застегивающимися подошва — клееная. Брюки — гладкие, без отворотов внизу — носят только наизуток. Рукавицы должны быть в виде «края». Карманы куртки закрывают клапанами, концы рукавов завязывают тесемками. Голову укрывают обычным головным убором или фибровой каской с брезентовыми напеченками. При работе на металлических поверхностях, прозволяя резку проникающей дугой или плазменной струей, следует пользоваться резиновым ковриком, наковальниками и налокотниками, подбитыми войлоком, а также резиновыми галошами. После работы спецодежду развешивают для просушивания. Пришедшую в негодность раньше срока спецодежду и спецобувь ремонтируют за счет организации или активируют и заменяют новой.

Для защиты глаз и лица электросварщика от брызг расплавленного металла и световой радиации электрической дуги применяются шитки и маски (шлемы),

## Светофильтры, рекомендуемые для защиты от излучения дуги (ГОСТ 12.4.080—79)

Процесс	Сила тока, А	Обозначение светофильтра	Процесс	Сила тока, А	Обозначение светофильтра	
Дуговая сварка: металлургическим электродом	15—30	C-3	вольфрамовым электродом в инертных газах	10—15	C-3	
	30—60	C-4		15—20	C-4	
	60—150	C-5		20—40	C-5	
	150—275	C-6		40—80	C-6	
	275—350	C-7		80—100	C-7	
	350—600	C-8		100—175	C-8	
	600—700	C-9		175—275	C-9	
	700—900	C-10		275—300	C-10	
	Свыше 900	C-11		300—400	C-11	
				400—600	C-12	
				Свыше 600	C-13	
	тяжелых металлов металлургическим электродом в среде инертных газов	20—30		C-3	металлическим электродом в CO <sub>2</sub>	30—60
30—50		C-4	60—100	C-2		
50—80		C-5	100—150	C-3		
80—100		C-6	150—175	C-4		
100—200		C-7	175—300	C-5		
200—350		C-8	300—400	C-6		
350—500		C-9	400—600	C-7		
500—700		C-10	600—700	C-8		
700—900		C-11	700—900	C-9		
Свыше 900		C-12	Свыше 900	C-10		
			Свыше 100	C-11		
легких сплавов металлургическим электродом в среде инертных газов		15—30	C-4	плазменная сварка и резка		500—100
	30—50	C-5	100—175		C-7	
	50—90	C-6	175—300		C-8	
	90—150	C-7	300—350		C-9	
	150—275	C-8	350—500		C-10	
	275—350	C-9	500—700		C-11	
	350—600	C-10	700—900		C-12	
	600—800	C-11	Свыше 900		C-13	
	Свыше 800	C-12	Воздушно-дуговая		500—700	C-11
			поверхностная резка, строжка и выплавка		700—900	C-12
					Свыше 900	C-13

выпускаемые по ГОСТ 12.4.035—78, в смотровые отверстия которых вставляют защитные стекла-светофильтры, поглощающие ультрафиолетовые лучи и значительную часть светового и инфракрасных лучей. От брызг и капель расплавленного металла светофильтр защищает обычным прозрачным стеклом, устанавливаемым в смотровое отверстие перед светофильтром.

Широко распространены шитки ЦС, универсальные, «Носорог», каска с маской по ТУ 5.978-13122-77.

При газовой сварке и резке следует применять очки с соответствующими светофильтрами. Таковыми же светофильтрами можно пользоваться при электрошлаковой сварке.

При контактной сварке следует применять светофильтры, предназначенные для вспомогательных рабочих.

## Оказание первой помощи при несчастных случаях

Основные принципы оказания первой помощи: быстрота и точное выполнение всех приемов. В местах, удаленных от санитарных пунктов, должны быть организованы постовые и передвижные посты из числа работников. Помощь, оказываемая неспециалистами в области медицины, организуется: осановкой кровоточащих, перевязкой раны или ожога, проведением искусственного дыхания, наложением неподвижной повязки при переломе, переноской и перевозкой пострадавшего.

В аптечке первой помощи на каждом участке или в бригаде должны быть: иодная настойка, бинты, вата, раствор борной кислоты, цинковые капли, глазная капля, камфарин, нашатырный спирт, сода, марганцовокислый калий, эфирно-валериановые капли, складные фанерные шины, подушка с кислородом или карбогеном (кислород с примесью 5—7% углекислого газа).

При электроофтальмии (воспаление слизистой оболочки глаз) на глаза следует наложить вату, смоченную в холодной воде, лучше — в слабом растворе пищевой соды или 2%-ном растворе борной кислоты. Пострадавшего желательно перевести в темное помещение. Наиболее часто этот болезнь страдают работники рядком со сварщиками.

При затворении на человеке одежды нужно набросить на него лубку, находящуюся под рукой тряпку или брезент, мехок и тряпчатый к телу. При потере пострадавшим сознания следует немедленно вынести его на свежий воздух. Ожог, вызванный воздействием химических веществ, обильно смачивают водой в течение 10—15 мин. При ожоге кислотой делают примочку из содового раствора, при ожоге щелочью — из раствора борной кислоты или слабого раствора уксуса. При отравлении газами (окисью углерода, углекислым газом, сероводородом, аммиаком, окислами азота, фтористым водородом и др.) первая помощь заключается в удалении пострадавшего из газозаполненного помещения. Затем пострадавшего следует уложить, расстегнуть одежду, дать понюхать нашатырный спирт, согреть, если холодно, при необходимости сделать искусственное дыхание, дать подышать кислородом (особенно при отравлении окисью углерода). Кислород поступает из резиновой подушки с трубочкой, для предотвращения ожогов слизистой оболочки на трубку подушки накладывают увлажняющую марлю.

У работающих в условиях воздействия высоких температур или на открытом воздухе в душный и жаркий день может наступить перегревание тела. Если не принять мер, может наступить тепловой удар. Пострадавшего прекращается, иногда наблюдается судорожное подергивание мышц. Пострадавшего необходимо срочно перенести в прохладное место, освободить тело от стесняющей одежды, смочить голову и обдать сердца холодной водой, дать понюхать нашатырный спирт. При остановке дыхания сделать искусственное дыхание. Когда пострадавший придет в себя, дать ему выпить воды, желательно с поваренной солью.

Спасение пострадавшего от электрического тока в большинстве случаев зависит от скорости освобождения его от тока, а также от быстроты и правильности оказания первой помощи. Промедление может привести к смертельному исходу.



**Прогрессивные показатели производительности труда при выполнении сварочных работ**

**Ручная электродугловая сварка стальных конструкций**

Вид работы	Положение шва	Выработка в смену * и шва, при толщине свариваемой стали, мм											
		5	6	8	10	12	14	16	18	20	22		
Сварка стыковых соединений без оскода кромок	Нижнее Вертикальное и Потолокное и Горизонтальное	43,1	41,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		21,6	28,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сварка стыковых соединений без оскода кромок	Нижнее Вертикальное и Потолокное и Горизонтальное	20,5	16,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сварка стыковых соединений без оскода кромок при угле раскрытия шва 60°	Нижнее Вертикальное и Потолокное	—	—	27,3	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	13,9	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Сварка стыковых соединений без оскода кромок при угле раскрытия шва 60°	Нижнее Горизонтальное и Потолокное	—	—	12,0	8,4	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	24,1	20,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Сварка стыковых соединений без оскода кромок при угле раскрытия шва 60°	Вертикальное	—	—	—	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	10,4	—	—	—	—	—	—	—	—
Сварка стыковых соединений без оскода кромок при угле раскрытия шва 60°	Горизонтальное	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сварка нахлесточных стыковых соединений без оскода кромок	Нижнее и Горизонтальное и Вертикальное и Потолокное	56,5	52,9	39,0	29,3	23,4	17,8	14,1	11,5	9,5	8,4	8,4	
		42,0	34,1	24,8	19,1	13,7	10,4	8,2	6,6	5,3	4,7	4,7	
		32,8	24,1	18,0	13,2	9,4	7,1	5,5	4,4	3,6	3,2	3,2	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\* Продолжительность рабочей смены составляет 8,2 ч.

Продолжение прил. 1

**Выработка сварщиков при монтаже цилиндрических резервуаров**

Тип сварного соединения	Положение шва	Способ сварки	Выработка в смену, м
Нахлесточное, S = 4 мм	Нижнее	Частично механизированная под флюсом	80,8
То же	»	Механизированная под флюсом	192
Тавровое (шов дуэсторионный) при k = 5 мм	»	То же	128
Стыковое без оскода кромок, S = 3 мм	»	»	136
То же, S = 5 мм	Вертикальное	Ручная электродугловая	20,5

Ному исходу. Прикасаться к человеку, находящемуся под током, без соблюдения надлежащих мер предосторожности опасно для жизни оказывающего помощь. Поэтому следует немедленно отключить ту часть установки, которой касается пострадавший. Если пострадавший находится на высоте, то отключение установки и освобождение пострадавшего может привести к его падению с высоты. В этом случае должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасность падения. При отключении установки может одновременно отключиться и электрическая освещенность, поэтому следует обеспечить освещение от другого источника (фонарь, факел, аварийное освещение и т. д.). Если нельзя отключить установку достаточно быстро, необходимо принять меры к отключению пострадавшего от токоведущих частей, к которым он прикасается. Для этого можно воспользоваться сухой одеждой, канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей можно также взяться за его одежду (если она сухая и отстает от тела), например за полы пиджака или пальто.

Для изоляции рук, особенно в случае, если необходимо конючиться тела пострадавшего, не покрытого одеждой, нужно надеть диэлектрические перчатки или обмотать себе руки прорезанной тканью или другой сухой материей. Можно также изолировать себя, став на сухую доску или какую-либо не проводящую ток подстилку. Если отделение пострадавшего от токоведущих частей затруднено, следует перерубить или перерезать провода топором с сухой деревянной рукояткой или другим соответствующим изолирующим инструментом. Можно также прибегнуть к короткому замыканию всех проводов линии или к их заземлению. Провод, применяемый для заземления и закорачивания, следует соединить с землей, а затем набросить на провода, подлежащие заземлению.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но пульс прощупывается и дыхание устойчивое, его надо удобно уложить, растелегнать одеждой, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт, обрызгать лицо водой и обеспечить полный покой. Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, ему следует делать искусственное дыхание и массаж сердца.

Даже при отсутствии у пострадавшего признаков жизни (дыхания и пульса) пострадавшему следует делать искусственное дыхание и наружный (непрямой) массаж сердца. Самым эффективным является способ «рот в рот», который делают одновременно с непрерывным массажем сердца. Он заключается в том, что оказывающий помощь производит «выдох» из своих легких в легкие пострадавшего. Для этого пострадавшего следует уложить на спину, раскрыть ему рот, удалить изо рта посторонние предметы и снять и сделать так, чтобы язык пострадавшего не западал назад и не закрыл дыхательные пути. Для обеспечения свободного выхода воздуха из легких оказывающий помощь после каждого вдвигания должен освобождать рот и нос пострадавшего. Во время проведения искусственного дыхания необходимо внимательно наблюдать за лицом пострадавшего. Если он пошевелит губами, веками или сделает глотательные движения горланы, следует проверить, не дышит ли он самостоятельно. После того как пострадавший начнет дышать самостоятельно и равномерно, делать искусственное дыхание не следует, поскольку оно может принести ему лишь вред.

Искусственное дыхание следует делать непрерывно как до, так и после прибытия врача. Вопрос о целесообразности применения искусственного дыхания решает врач.

Тип сварного соединения	Положение шва	Способ сварки	Выработка в шву, %				
То же (подварной шов), глубина проплавления 3 мм	Вертикальное	Ручная электродуговая	68,6				
				Угловое при $K = 5$ мм	Нижнее	То же	57
				То же	Поточное	Вертикальное	33
»	»	Механизированная под флюсом	42,2				

Примечание: S — толщина листа; K — катет шва.

**Сварка стержней арматуры встык \***

Вид работ	Выработка в швину, шт. сварных стыковых соединений стержней арматуры диаметром, мм						
	20	22	25	28	32	36	40
Частично механизированная сварка под флюсом в стержнях горизонтальных арматуры:	82,0	82,0	82,0	74,5	68,3	58,6	54,7
	68,3	68,3	68,3	58,6	51,2	45,6	45,6
Ручная ванная сварка в медных формах горизонтальных стержней арматуры:	58,6	58,6	54,7	54,7	48,2	45,6	41,0
	63,1	63,1	63,1	58,6	54,7	51,2	45,6
Ручная ванная и ванно-шовная сварка в стальных скобах горизонтальных стержней	63,1	56,8	54,7	48,2	43,2	35,6	49,3
	63,1	63,1	63,1	58,6	54,7	48,2	43,2
Частичная механизированная сварка многослойными швами на стальных скобах стержней открытой дугой сплошной проволокой стержней арматуры:	74,5	68,3	63,1	58,6	54,7	48,2	43,2
	63,1	38,6	54,7	51,2	48,2	43,2	39,0
Вертикальных	68,3	58,6	48,2	27,3	20,5	15,7	
	68,3	58,6	48,2	27,3	20,5	15,7	

\* При сварке открытой дугой порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения в углекислом газе соответствующая норма выработки для ручной сварки должна быть увеличена в 1,4 раза.

Вид работ	Выработка в швину, шт. сварных стыковых соединений стержней арматуры диаметром, мм						
	20	22	25	28	32	36	40
Ручная сварка протяжными швами с круглыми накладками горизонтальных стержней при толщине накладки, мм:	117,1	91,1	63,1	45,6	31,5	20,5	14,6
	3	91,1	48,2	35,6	24,1	16,4	11,7
	4	102,5	24,5	51,2	37,3	27,3	18,2
	То же, вертикальных стержней при толщине накладки 3 или 4 мм	102,5	24,5	51,2	37,3	27,3	18,2

\* При сварке открытой дугой порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения в углекислом газе соответствующая норма выработки для ручной сварки должна быть увеличена в 1,4 раза.

**Ручная электродуговая сварка при монтаже технологических трубопроводов**

Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм, до	Выработка в швину стыков при положении стыка			Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм, до	Выработка в швину стыков при положении стыка		
		вертикальном	неповоротном	горизонтальном неповоротном			вертикальном	неповоротном	горизонтальном неповоротном
39—102	4	44	32	22	426	12	7	5	4
	8	26	18	13	529	10	7	5	4
	6	28	20	14	630	14	5	4	3
	10	18	13	9	820	10	6	4	3
108—114	6	24	17	12	820	14	5	3	2
	10	16	12	8	820	10	5	3,5	2,7
	8	15	11	8	1020	14	4	2,5	1,9
	12	11	8	6	1020	18	3	2	1,2
159—168	10	11	8	6	1020	12	3,3	2,5	1,9
	16	8	6	4	1020	16	2,5	1,8	1,4
	10	11	8	6	1020	20	1,8	1,3	1,0
	16	8	6	4	1020	12	3	2	1,5
273	16	8	6	4	1220	16	2,1	1,6	1,1
	12	9	6	5	1220	20	1,6	1,1	0,8
	18	6	5	3	1220	20	1,6	1,1	0,8
	18	6	5	3	1220	20	1,6	1,1	0,8
325	12	9	6	5	1220	20	1,6	1,1	0,8
	18	6	5	3	1220	20	1,6	1,1	0,8
	18	6	5	3	1220	20	1,6	1,1	0,8
	18	6	5	3	1220	20	1,6	1,1	0,8

\* При сварке открытой дугой порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения в углекислом газе соответствующая норма выработки для ручной сварки должна быть увеличена в 1,4 раза.

**Электродуговая сварка сантехнических трубопроводов**

Наружный диаметр трубы, мм	Толщина металла, мм, до	Выработка на одну стыковку, при положении стыка		Наружный диаметр трубы, мм	Толщина металла, мм, до	Выработка в одну стыковку, при положении стыка		
		вертикальном	неповоротном			вертикальном	неповоротном	
До 30	3	167	118	108—114	4	46	33	23
	4	89	63		6	39	27	20
38—45	6	74	53	133	5	34	25	17
	4	76	55		8	28	20	14
57—60	6	59	43	159—168	6	30	21	15
	4	63	44		8	24	17	12
70—83	6	51	37	194	6	26	19	13
	4	53	38		8	21	15	11
89—102	6	45	31	219	6	23	17	12
	4	47	22		8	19	14	10

Приложение 2

**Нормы расхода сварочных материалов**

Масса наплавленного металла, кг на 1 м шва

Толщина металла, мм	Тип шва (ГОСТ 5264—80)							
	C2	C5	C7	C15	C21	C23	C25	C26
1	0,027	0,027	—	—	—	—	—	—
1,5	0,027	0,027	—	—	—	—	—	—
2	0,062	0,062	0,131	—	—	—	—	—
3	0,080	0,073	0,147	—	—	—	—	—
4	0,131	0,140	0,178	—	0,085	—	—	—
5	0,166	0,157	0,194	—	0,112	—	—	—
6	0,183	0,173	0,267	—	0,192	—	—	—
8	—	—	0,300	—	0,289	—	—	—
10	—	—	—	—	0,438	—	—	—
12	—	—	—	—	0,585	—	—	—
14	—	—	—	—	0,768	—	—	—
16	—	—	—	—	0,966	—	—	—
18	—	—	—	—	1,203	—	—	—
20	—	—	—	—	1,452	—	—	—
22	—	—	—	—	1,736	—	—	—
24	—	—	—	—	2,037	—	—	—
26	—	—	—	—	2,372	—	—	—
28	—	—	—	—	2,710	—	—	—
30	—	—	—	—	3,044	—	—	—
32	—	—	—	—	3,381	—	—	—
34	—	—	—	—	3,718	—	—	—
36	—	—	—	—	4,056	—	—	—
38	—	—	—	—	4,394	—	—	—
40	—	—	—	—	4,732	—	—	—
42	—	—	—	—	5,070	—	—	—
44	—	—	—	—	5,408	—	—	—
46	—	—	—	—	5,746	—	—	—
48	—	—	—	—	6,084	—	—	—
50	—	—	—	—	6,422	—	—	—
52	—	—	—	—	6,760	—	—	—

Тип шва (ГОСТ 5264—80)

Толщина металла, мм	Тип шва									
	C2	C5	C7	C15	C21	C23	C25	C26		
38	—	—	—	3,327	4,902	—	2,941	3,462		
40	—	—	—	3,661	5,405	—	3,225	3,697		
42	—	—	—	3,991	5,944	—	3,513	3,941		
44	—	—	—	4,346	6,498	—	3,822	4,185		
46	—	—	—	4,706	7,088	—	4,135	4,439		
48	—	—	—	5,100	7,693	—	4,469	4,691		
50	—	—	—	5,490	8,304	—	4,808	4,954		
52	—	—	—	5,904	—	—	5,168	5,215		

Продолжение прил. 2

Тип шва

Толщина металла, мм	Тип шва											
	V4	V5	V10	T1	T3	T7	T8	H1	H2			
2	0,021	0,031	—	0,060	0,120	—	—	0,032	0,064			
3	—	—	—	0,060	0,120	—	—	0,060	0,119			
4	0,060	0,109	—	0,100	0,200	0,262	—	0,095	0,190			
5	—	—	—	0,100	0,200	—	—	0,138	0,277			
6	0,116	0,176	—	0,139	0,278	0,399	—	0,190	0,379			
8	0,190	0,250	—	0,190	0,380	0,537	—	0,315	0,630			
10	0,390	0,499	—	0,380	0,730	0,730	—	0,472	0,944			
12	0,516	0,576	0,614	0,498	1,028	0,871	—	0,660	1,320			
14	0,660	0,720	0,786	0,630	1,299	0,923	—	0,879	1,758			
16	0,821	0,881	0,999	0,881	1,563	1,186	—	1,129	2,259			
18	1,001	1,060	1,223	1,249	1,881	1,338	—	1,411	2,822			
20	1,057	1,060	1,481	1,060	2,488	1,935	—	1,724	3,448			
22	1,411	1,474	1,757	1,411	2,785	2,116	—	2,068	4,136			
24	1,643	1,703	2,065	1,643	3,117	2,500	—	2,443	4,886			
26	1,892	1,952	2,391	1,892	3,599	2,922	—	2,840	5,699			
28	2,159	2,218	2,737	2,159	—	3,274	—	3,287	6,574			
30	—	—	3,132	0,315	0,630	3,515	—	3,756	7,511			
32	—	—	3,712	—	—	3,996	—	4,256	8,511			
34	—	—	3,971	—	—	4,267	—	4,787	9,574			
36	—	—	4,438	—	—	5,663	—	5,943	10,698			
38	—	—	4,916	—	—	5,864	—	6,586	11,956			
40	—	—	5,430	—	—	6,516	—	7,224	13,135			
42	—	—	5,959	—	—	7,224	—	7,911	14,447			
44	—	—	6,522	—	—	7,911	—	8,629	15,822			
46	—	—	7,103	—	—	8,629	—	9,378	17,258			
48	—	—	7,717	—	—	9,378	—	10,160	18,757			
50	—	—	8,349	—	—	10,160	—	10,971	20,319			
52	—	—	—	—	—	10,971	—	—	21,943			

Нормы расхода электродов, кг, на один поворотный стык трубопровода [12]

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм													
	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	10
25	0,017	0,02	0,026	0,034	0,043	0,053	0,063	—	—	—	—	—	—	—
32	0,021	0,025	0,034	0,044	0,055	0,068	0,083	—	—	—	—	—	—	—
38	0,025	0,029	0,040	0,052	0,066	0,082	0,099	—	—	—	—	—	—	—
42	—	0,033	0,044	0,058	0,073	0,091	0,110	—	—	—	—	—	—	—
57	—	—	0,046	0,06	0,078	0,104	0,124	—	—	—	—	—	—	—
76	—	—	—	0,079	0,104	0,133	0,167	—	—	—	—	—	—	—
89	—	—	—	0,093	0,122	0,157	0,20	—	—	—	—	—	—	—
102	—	—	—	0,106	0,140	0,180	0,23	—	—	—	—	—	—	—
106	—	—	—	0,113	0,148	0,190	0,24	—	—	—	—	—	—	—
159	—	—	—	—	0,22	0,28	0,35	—	—	—	—	—	—	—
168	—	—	—	—	0,23	0,29	0,36	—	—	—	—	—	—	—
194	—	—	—	—	0,27	0,34	0,42	—	—	—	—	—	—	—
219	—	—	—	—	0,33	0,41	0,50	—	—	—	—	—	—	—
273	—	—	—	—	0,39	0,48	0,59	—	—	—	—	—	—	—
377	—	—	—	—	—	0,820	0,96	—	—	—	—	—	—	—
426	—	—	—	—	—	—	1,04	—	—	—	—	—	—	—
530	—	—	—	—	—	—	1,04	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение прил. 2

Нормы расхода электродов, кг, на один поворотный стык для труб большого диаметра [12]

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм						
	8	9	10	11	12	14	16
600	—	2,4	2,9	3,3	3,7	6,2	1,025
630	—	2,5	3,0	3,4	3,8	6,5	1,070
720	—	2,9	3,5	3,9	4,4	7,4	1,230
820	—	—	4,0	4,5	5,0	8,4	1,400
920	—	3,2	4,4	—	5,6	—	1,572
1020	—	3,5	4,9	—	6,3	—	2,742
1220	—	—	5,9	—	7,5	—	2,085
1320	—	4,2	6,4	—	8,1	13,6	2,260
1420	—	4,5	6,9	—	8,7	14,7	2,430
1600	—	4,9	7,7	—	9,8	16,7	2,740
2000	—	5,5	9,7	—	12,3	20,7	3,420
2200	—	—	10,6	—	13,5	22,8	29,3

Примечание. При сварке неповоротных стыков нормы следует увеличить на 10%.

Нормы выхода ацетилена из 1 кг карбида кальция

Продолжение прил. 2

Размер кусков карбида кальция, мм	Условные обозначения (ГОСТ 18109-71)	Норма выхода ацетилена, л, для сорта		Размер кусков карбида кальция, мм	Условные обозначения (ГОСТ 18109-71)	Норма выхода ацетилена, л, для сорта	
		1-го	2-го			1-го	2-го
От 2 до 8	2/8	255	235	От 15 до 25	15/25	275	255
От 8 до 15	8/15	265	245	От 25 до 80	15/80	285	265

Примечание. Карбид кальция поставляется в герметически закрытых барабанах массой 50—130 кг.

Расход материала при газовой сварке труб (на один стык) [24]

Диаметр в толщину трубы, мм	Кислород, л		Пропан-бутан л	Ацетилен, л	Карбид кальция, кг	Сварочная проволока, кг
	для ацетилена	для пропан-бута-на				
25×3	4,5	8,2	2,34	3,9	0,016	0,007
38×3	7,0	12,6	3,61	6,08	0,025	0,010
48×3	14,0	26,5	7,36	12,6	0,060	0,014
57×3	20,0	35,7	10,20	17,0	0,077	0,018
70×4	41,0	75,6	21,60	35,0	0,150	0,036
78×5	93,0	168,4	48,12	80,2	0,334	0,069

Примечание. Усредненный расход карбида кальция на 1 кг присадочной проволоки составляет 4 кг.

Продолжение прил. 2

Расход газа, л, на 1 м реза при ацетилено-кислородной резке стали [12, 24]

Газ	Толщина стали, мм										
	5	10	20	30	50	75	100	150	200	250	300
Кислород	70	130	230	360	580	850	1250	2550	3250	4800	5600
Ацетилен	14	16	20	30	40	70	100	140	180	230	270

Примечание. Коэффициент ацетилена ацетилено-кислородным газом (отношение объема расхода сжиженного газа к расходу сжиженного ацетилена) при кислородной резке φ = 0,6. Отношение кислорода и сжиженного газа в пламени β = 3,5—4.

Продолжение прил. 2

Расход аргона при ручной и механизированной сварке стали [24]

Толщина металла, мм	Расход л, на 1 м шва при скорости сварки, м/ч							Дополнительный расход на подготовительные операции, л
	4	6	10	15	20	25	30	
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
1—1,5	6	—	—	36	24	18	14,4	12
2—3	7	—	—	42	28	21	16,8	14
3—5	9	—	—	54	36	27	21,6	18
5—2	11	165	110	66	44	33	26,4	22
8 и более	12	180	120	72	48	36	28,8	24
	14	210	140	84	56	42	33,6	28

Негазисущий ацетилен

0,5	Плазменный ацетилен						
	6	— <th>— <th>36 <th>24 <th>18 <th>14,4 </th></th></th></th></th>	— <th>36 <th>24 <th>18 <th>14,4 </th></th></th></th>	36 <th>24 <th>18 <th>14,4 </th></th></th>	24 <th>18 <th>14,4 </th></th>	18 <th>14,4 </th>	14,4
1—1,5	7	—	—	42	28	21	16,8
2—3	9	—	—	54	36	27	21,6
3—5	11	165	110	66	44	33	26,4
5—2	12	180	120	72	48	36	28,8
8 и более	14	210	140	84	56	42	33,6

Плазменный ацетилен

2—3	Плазменный ацетилен						
	8 <th>120 <th>80 <th>48 <th>32 <th>24 <th>19,2 </th></th></th></th></th></th>	120 <th>80 <th>48 <th>32 <th>24 <th>19,2 </th></th></th></th></th>	80 <th>48 <th>32 <th>24 <th>19,2 </th></th></th></th>	48 <th>32 <th>24 <th>19,2 </th></th></th>	32 <th>24 <th>19,2 </th></th>	24 <th>19,2 </th>	19,2
4	9	135	90	54	36	27	21,6
6	10	150	100	60	40	30	24,0
8	13	196	130	78	52	39	31,2
10 и более	15	225	150	90	60	45	36,0

Примечание. В монтажных условиях расход аргона возрастает на 15—20%.

**Расход вольфрамовых ниток при аргодуговой сварке [2d]**

Свариваемый металл	Толщина, мм	Диаметр электрода, мм	Расход вольфрама на 100 мм шва, г, при сварке	
			ручной	механизированной
Конструкционные нержавеющие и жаропрочные стали	0,5	1,0	6,0	2,8
	1,0	1,5	8,3	3,9
	2,0	2,0	23,4	10,9
	3,0	3,0	83,3	39,0
	4,0	4,0	132,2	125,0
	5,0	5,0	165,0	156,0
Алюминий и алюминиево-магниевого сплавы	1,0	1,5	8,3	3,9
	2,0	2,0	23,4	10,9
	4,0	3,0	83,3	39,0
	5-6	4,0	132,2	125,0
	7,0	5,0	165,0	156,0

Продолжение прил. 2

**Расход материалов при керосино-кислородной резке стали [2d]**

Толщина металла, мм	Расход на 1 м реза		Толщина нагретого металла, мм	Расход на 1 м реза	
	кислорода, л	керосина, г		кислорода, л	керосина, г
5	134	25	50	1090	100
10	185	35	70	1890	132
15	270	44	100	3360	180
20	423	53	150	4800	190
30	600	70	200	7230	200

Примечание. Важен керосина допускается применять смесь керосина и безымян.

Продолжение прил. 2

**Укрупненные показатели для определения массы наплавленного металла**

Надлеги	Масса наплавленного металла, % к массе надлеги	
	при изготовлении	при монтаже
Конструкции зданий и промышленных сооружений: решетки (эстакады под трубопроводы, эстажи, опорные конструкции под оборудование и т. п.) Листовые колонного типа (скрубберы, абсорберы, декомпозиры и т. п.) Листовые доменных комплексов Другие	1,04	0,35
	—	1,50
	—	1,20
	0,81	0,25
	—	2,10
Резервуары: шаровые	—	2,10

Надлеги	Масса наплавленного металла, % к массе надлеги	
	при изготовлении	при монтаже
Цилиндрические (под листовая сборка) сосуды, аппараты, бункеры, емкости и т. п. Трубопроводы:	—	1,50
	0,93	0,23
внутрицевовые межцевовые рассчитанные на $P_y > 9,8$ МПа	1,00	0,17
	0,33	0,15
	—	0,84
магистральные водоводы диаметром 1400—2200 мм	—	0,75
	0,69	0,29

Приложение 3

**Примерный тематический план подготовки и втестации сварщиков**

Разделы и темы	Количество часов
<b>Электросварщики ручной сварки</b>	
<b>А. Теоретические занятия</b>	
<b>Вводные занятия</b>	2
Раздел 1. Основные материалы и их свариваемости	2
Основные понятия о металлах и их свариваемости	2
Конструкционные стали и их основные свойства	4
Легированные стали. Арматура железобетона. Цветные металлы	2
Раздел 2. Чтение рабочих чертежей	5
Основные понятия о чтении чертежей, обозначениях сварных швов, электродов и т. д.	4
Раздел 3. Машин и аппараты для дуговой сварки	2
Основные сведения из электротехники	3
Электрическая дуга и ее свойства	2
Сварочные преобразователи и выпрямители	2
Сварочные аппараты переменного тока и аппараты	1
Приваложности и инструмент для сварки	6
Раздел 4. Электроды	
Электроды для сварки и наплавки	2
Раздел 5. Технология электродуговой сварки	4
Типы сварных соединений, подготовка деталей под сварку и классификация сварных швов	2
Техника электродуговой сварки	2
Сварка труб, приварка фланцев и штуцеров	2
Сварка котлов и сосудов, работающих под давлением	2
Сварка металлоконструкций	2
Раздел 6. Деформации и напряжения при сварке	2
Причины, вызывающие деформации и напряжения	1
Меры борьбы с деформациями и напряжениями	2
Влияние процесса сварки на металл в околошовной зоне	2
Виды и способы термической обработки металлов и их назначение	2
Снятие напряжений варывом	2
Сварка при температуре окружающего воздуха ниже 0°С	2
Раздел 8. Дефекты сварных соединений и контроль качества сварки	2

Разделы и темы	Количество часов
Наружные и внутренние дефекты сварных соединений, причины их появления и способы устранения	2
Методы контроля	4
Раздел 9. Требования Правил Госгортехнадзора СССР по сварке	1
Сварка паровых котлов	1
Сварка сосудов и аппаратов	1
Сварка трубопроводов для пара и горячей воды	1
Сварка металлоконструкций подъемных устройств	1
Требования при испытании электросварщиков	2
Техника безопасности и охрана труда	5
Раздел 10. Организация труда и заработной платы	2
Организация труда и рабочего места	2
Основные сведения о техническом нормировании и зарплате	2
Раздел 11. Квалификационные испытания	7
Испытания сварщиков	4
<b>Итого</b>	<b>90</b>
<b>Б. Практические испытания</b>	
Ознакомление с источниками питания для дуговой сварки. Пуск, останова, способы редуцирования	4
Сварка пластин $S = 8-15$ мм внахлестку, втавр, в угол во всех положенных шва (сварка арматуры)	20
Сварка пластин $S = 3-6$ мм встык во всех положенных шва	10
Сварка пластин $8-15$ мм встык с U-образной подготовкой кромок при горизонтальном положении оси, с поворотом трубы	10
То же, без поворота трубы	30
Сварка труб встык с U-образной подготовкой кромок при вертикальном положении оси без поворота трубы	10
Вварка штуцеров диаметром 34, 33, 108 мм в трубу диаметром 250 мм	10
Сварка контрольных образцов и проверка знаний	10
<b>Итого</b>	<b>124</b>
<b>Всего</b>	<b>214</b>
<b>Газосварщики</b>	
<b>А. Теоретические занятия</b>	
Введение	2
Раздел 1. Основы материаловедения	2
Основные понятия о металлах и их свариваемости	2
Газы, применяемые при сварке и резке	8
Прикладные материалы и флюсы	4
Раздел 2. Чтенные рабочих чертежей. Элементы чертежа. Обозначение сварных швов	2
Раздел 3. Оборудование и аппаратура для сварки и резки	5
Автоматические генераторы, химические очистители и водяные затворы	6
Баллоны для хранения и перевозки газов	2
Редукторы, сварочные горелки и резак	2
Раздел 4. Технология газовой сварки	3
Типы сварных соединений и виды швов	4

Разделы и темы	Количество часов
Сварочное пламя и техника газовой сварки	2
Причины деформаций и напряжений. Меры борьбы с ними	4
Сварка труб и приварка плоских фланцев	4
Сварка листовых конструкций	2
Сварка цветных металлов	2
Раздел 5. Термическая обработка	2
Виды термической обработки изделий и их назначение	3
Методика испытания газового пламени	3
Раздел 6. Дефекты сварных соединений и контроль качества	3
Дефекты сварных соединений, причины их появления и способы устранения	3
Методы контроля	4
Раздел 7. Требования правил Госгортехнадзора по сварке	6
Сварка паровых котлов	2
Сварка сосудов и аппаратов	2
Сварка трубопроводов пара и горячей воды	2
Требования по испытанию газосварщиков	2
Раздел 8. Техника безопасности, производственная санитария	2
оказание первой помощи	5
Раздел 9. Организация труда и заработной платы. Основы экономики производства	10
Раздел 10. Теоретическое испытание сварщиков	4
<b>Итого</b>	<b>90</b>
<b>Б. Практические занятия</b>	
Сварочная аппаратура (разборка и сборка горелки, резака, редуктора, вентиля, пуск в работу генератора)	4
Сварка пластин встык во всех положенных	20
Сварка пластин внахлестку и втавр во всех положенных	20
Сварка труб встык при горизонтальном положении осей, с поворотом трубы	18
То же, без поворота трубы	20
Сварка труб встык при вертикальном положении осей, без поворота	20
Практическое испытание газосварщиков	8
<b>Итого</b>	<b>110</b>
<b>Всего</b>	<b>200</b>

## Список литературы

1. Алексеев Е. К., Мельник В. И. Сварка в промышленном строительстве. М.: Стройиздат, 1977.—360 с.
2. Бедяфор М. Г., Патон Б. Е. Оборудование для дуговой и шлаковой сварки и наплавки. М.: Высш. школа, 1974.—385 с.
3. Бондарь В. X., Шкратовский Г. Д. Справочник сварщика-строителя.— 3-е изд. Киев: Будівельник, 1974.—302 с.
4. Глазманенко Д. Л. Сварка и резка металлов. М.: Высш. школа, 1973.—447 с.
5. Зайцев К. И., Мациук Л. Н. Сварка пластмасс. М.: Машиностроение, 1978.—224.
6. Инструкция по изготовлению и монтажу технологических трубопроводов из полиэтилена, полипропилена, винилпласта и фторопласта. ВСН 339—75/ММСС ССР, М.: ЦБНТИ ММСС ССР, 1975.—112 с.
7. Инструкция по сварке конструкций из титана и его сплавов. Киев: УкрПТКИМонтажспецстрой, 1974.—64 с.
8. Инструкция по сварке порошковым проволоками. РД36 УССР 1-80. Киев: УкрПТКИМонтажспецстрой, 1980.—56 с.
9. Инструкция по монтажу и испытанию трубопроводов диаметром условного прохода до 400 мм включительно на давление свыше 9,8 до 245 МПа (свыше 100 до 2500 кгс/см<sup>2</sup>). ВСН 70—79/ММСС ССР, М.: ЦБНТИ ММСС ССР, 1980.—38 с.
10. Инструкция по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций. СН 393-78. М.: Стройиздат, 1979.—135 с.
11. Нойман А., Рихтер Е. Справочник по сварке, пайке, склейке и резке металлов и пластмасс. Пер. с нем. М.: Металлургия, 1980.—163 с.
12. Нормативы расхода сварочных материалов. Киев: УкрПТКИМонтажспецстрой, 1973.—79 с.
13. Порошковые проволоки для электродуговой сварки. Каталог. Киев: Наук. думка, 1980.—179 с.
14. Правила аттестации сварщиков. М.: Недра, 1971.—33 с.
15. Правила техники безопасности и гигиены труда при сварочных работах и термической резке металлов в строительстве. РД36 УССР 3—81. М.: ЦБНТИ ММСС ССР, 1981.—96 с.
16. Руководство по сварке типовых узлов при монтаже стальных конструкций производственных зданий и сооружений. М.: ЦБНТИ ММСС ССР, 1980.—76 с.
17. Сборник правил и руководящих материалов по котлоаппарату. М.: Недра, 1974.—559 с.
18. Сварка и резка в промышленном строительстве/Под ред. Г. Д. Малышева. М.: Стройиздат, 1980.—784 с.
19. Сварка в машиностроении. Т. I. / Под ред. Н. А. Ольшанского. М.: Машиностроение, 1978.—501 с.
20. Справочник по специальным работам. Т. I. Сварочные работы в строительстве/Под ред. В. Д. Тарана. М.: Стройиздат, 1971.—415 с.
21. Тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах (ТКС строителей). М.: Стройиздат, 1969.—153 с.
22. Шинкарев Б. М., Ситтель А. М. Сварка строительных металлоконструкций порошковой проволокой. Киев: Будівельник, 1978.—174 с.

23. Шкратовский Г. Д. Сварочные работы при монтаже строительных конструкций. Киев: Будівельник, 1977.—80 с.
24. Юрьев В. П. Справочное пособие по нормированию материалов в электроэнергии для сварочной техники. М.: Машиностроение, 1972.—146 с.
25. Ялышко Г. Ф. Сварка трубопроводов высокого давления. М.: Стройиздат, 1979.—174 с.
26. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. 22. Сварочные работы. М.: Стройиздат, 1979.—176 с.
27. Инструкция по разработке проектов производства сварочных работ. ВСН 424—81/ММСС ССР, М.: Изд. ЦБНТИ ММСС ССР, 1981.—20 с.
28. Инструкция по изготовлению, монтажу и испытанию технологических трубопроводов различного назначения с условным давлением до 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>). М.: Изд. ЦБНТИ ММСС ССР, 1977.—202 с.
29. Инструкция по технологии сварки магистральных трубопроводов. ВСН 2-124-80/Миннефтегестрой ССР, М.: ВНИИСТ, 1981.—61 с.
30. Руководящие технические материалы по сварке при монтаже тепловых электростанций. РТМ-1с-73/Оргэнергострой. М.: Энергия, 1975.—272 с.
31. Сосуды и аппараты стальные сварные. СТ СЭВ 800-77 (взамен РС 1277-69). Киев: УкрПТКИМонтажспецстрой, 1980.—59 с.

**Оглавление**

Предисловие . . . . . 3

Основные понятия и обозначения при сварке металлов в строительстве  
Стали и их свариваемость . . . . . 5

Марки и характеристики сталей . . . . . 18

Свариваемость сталей . . . . . 24

Сварочные материалы . . . . . 27

Проволоки сварочные . . . . . 27

Электроды металлургические . . . . . 31

Проволоки порошковые . . . . . 42

Газы для сварки и резки . . . . . 48

Газы для сварки и резки . . . . . 51

Оборудование и инструмент для сварки . . . . . 54

Источники питания сварочной дуги . . . . . 54

Оборудование для механизированной электросварки . . . . . 64

Оборудование и инструмент для газопламенной и плазменно-дуговой обработки металлов . . . . . 74

Электроснабжение сварочных постов . . . . . 85

Оснащение рабочего места и инструмент для ручной электродуговой сварки . . . . . 87

Вспомогательное сварочное оборудование . . . . . 90

Эксплуатация электросварочного оборудования . . . . . 93

Технология сварки и резки . . . . . 99

Сварочная дуга . . . . . 99

Ручная электродуговая сварка . . . . . 100

Механизированная сварка под флюсом . . . . . 118

Электрошлаковая сварка . . . . . 123

Дуговая сварка в защитных газах . . . . . 124

Дуговая сварка порошковой проволокой . . . . . 132

Газовая сварка . . . . . 133

Термическая резка . . . . . 137

Напряжения и деформации при сварке и резке . . . . . 139

Сварка строительных конструкций, трубопроводов и арматуры железобетона . . . . . 144

Сварка строительных металлоконструкций . . . . . 144

Швы металлоконструкций (144). Сборка металлоконструкций (146).  
Материалы, рекомендуемые для сварки строительных металлокон-  
струкций (148). Сварка решетчатых и балочных конструкций (152).  
Сварка резервуаров (152). Особенности сварки конструкций из высокопрочных сталей (154). Особенности сварки конструкций из разнородных сталей (156).

Сварка трубопроводов . . . . . 157

Подготовка к сварке (157). Технология сварки (188). . . . . 166

Сварка арматуры железобетона . . . . . 169

Сварка изделий из пластмасс . . . . . 169

Способы сварки пластмасс (169). Оборудование и инструмент (171).  
Технология сварки (179). . . . . 174

Сварка конструкций из титана и его сплавов . . . . . 174

Сварные соединения и сварочные материалы (175). Технология сварки (180) . . . . . 184

Сварка при ремонте . . . . . 184

Наплавочные работы (184). Указания по сварке при ремонте кон-  
струкций (185)

Контроль качества сварных соединений . . . . . 185

Методы контроля качества сварных швов . . . . . 187

Оборудование для неразрушающего контроля качества сварных соединений  
Объем неразрушающего контроля сварных швов . . . . . 193

Оценка качества . . . . . 196

Организация сварочных работ . . . . . 198

Аттестация сварщиков . . . . . 205

Тарифно-квалификационная характеристика рабочих в строительстве . . . . . 205

Правила аттестации сварщиков . . . . . 208

Техника безопасности и охрана труда . . . . . 212

Правила техники безопасности при производстве работ . . . . . 212

Индивидуальные средства защиты . . . . . 222

Оказание первой помощи при несчастных случаях . . . . . 223

Приложения . . . . . 225

Приложение 1. Прогрессивные показатели производительности труда при выполнении сварочных работ . . . . . 225

Приложение 2. Нормы расхода сварочных материалов . . . . . 228

Приложение 3. Примерный тематический план подготовки и аттеста-  
ции сварщиков . . . . . 232

ВИКТОР ХАРИТОНОВИЧ БОНДАРЬ,  
ГРИГОРИЙ ДАВИДОВИЧ ШКУРАТОВСКИЙ

**Справочник сварщика-строителя**

*Издание 3-е, переработанное  
и дополненное*

Редактор **В. А. Шевчук**  
Обложка художника **О. И. Царькивты**  
Художественный редактор **О. Д. Васильева**  
Технический редактор **С. Г. Яковлева, О. Г. Шугоженко**  
Корректоры **Л. И. Рымаренко, Л. К. Никитка**  
Информ. бланк № 1759.

Сдано в набор 12.11.81. Подписано в печать 16.03.82. БФ 04164. Формат 60x90<sup>1/4</sup>. Бумага типо-  
графская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Уст. печ. л. 15. Уст. кр.-отт. 15,0.  
Уч.-изд. л. 19,28. Тираж 120 000 экз. Изд. № 155—80. Заказ № 1—2816. Цена 1 р. 10 к.  
Издательство «Будельвельн», 252053, Киев-53, Обсерваторная, 25.  
Головное предприятие республиканского производственного объединения «Толдиграфкинг»,  
252057, Киев, ул. Довженко, 3.