

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ПРИМОРСКОГО
КРАЯ
КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ДАЛЬНЕГОРСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**Технология ручной дуговой сварки сосудов,
работающих под давлением.
Технология полуавтоматической сварки сосудов
работающих под давлением.**

**Выполнил: студент гр.307 Пегов Дмитрий
Руководитель ПЭР: Гаврикова Елена Юрьевна**

работы является изучить технологию ручной дуговой сварки сосудов, работающих под давлением и технологию полуавтоматической сварки сосудов работающих под давлением.

Введение

Сосуд под давлением — закрытая ёмкость (стационарно установленная или передвижная), предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортировки газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцеры.

Применение:

Сосуды под давлением широко используются как в промышленности, так и в быту, спорте и пр. Разнообразие размеров, технических характеристик и способов применения их чрезвычайно велико, начиная от ядерных реакторов и заканчивая домашними отопительными котлами и баллонами для дайвинга. Другими примерами использования сосудов под давлением являются паровые котлы, барокамеры, автоклавы, ресиверы, цистерны, газовые баллоны и бочки, предназначенные для транспортировки или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел.



Рис.1 и 2 Сосуды работающие под давлением



Особенности сварки конструкций сосудов работающих под давлением

Сосуды, работающие под давлением, относятся к котельному оборудованию (КО). Требования Ростехнадзора к изготовлению, монтажу и ремонту для этого вида устройств изложены в Правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. С точки зрения производства сварочных работ наиболее полно требования изложены в отраслевом стандарте ОСТ 26291 —94 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия».

В соответствии с этими требованиями для сосудов в зависимости от условий эксплуатации (температура, давление, характер среды) регламентированы марки сталей, способы сварки, сварочные материалы. Достаточно подробно сформулированы требования к сборке соединений под сварку, предварительному подогреву и последующей термической обработке. В сосудах при сварке обечаек и труб, приварке днищ разрешено использовать только стыковые соединения с полным проплавлением. Угловые и тавровые соединения (с полным проплавлением) допускается применять при приварке штуцеров, люков и плоских днищ. Таким образом, ремонт сосуда путем наложения заплат недопустим. Нахлесточные соединения можно применять только на опорных элементах и закрепляющих кольцах. Сварные швы следует располагать так, чтобы их можно было проконтролировать визуально и с помощью физических методов неразрушающего контроля (ультразвук, радиография и т. д.).

Все 100 % сварных швов сосудов подлежат визуальному и измерительному контролю. Радиографическому и/или ультразвуковому контролю подлежат от 10 до 100 % швов в зависимости от условий эксплуатации сосуда. С их помощью выявляют внутренние дефекты — поры, трещины, включения, непровары. Недоступные для этих видов контроля швы подвергают цветной и магнитопорошковой дефектоскопии.

Кроме этого, при изготовлении сосудов должны быть выполнены контрольные сварные соединения, воспроизводящие одно из стыковых соединений сосуда, определяющее его прочность. Из этого соединения вырезают образцы для проведения механических испытаний и определения механических свойств. Если сосуд изготавливают из хромомолибденовых сталей (12ХМ, 15Х5М), из аустенитных или аустенитно-ферритных сталей, то надлежит проводить и металлографические исследования. В этих же случаях необходимо провести стилоскопирование шва — определение содержания основных легирующих элементов в сварном шве.

В дополнение к этому на сварных соединениях из хромомолибденовых сталей необходимо провести контроль твердости металла шва и околошовной зоны, а соединения аустенитных и аустенитно-ферритных сталей подвергнуть испытаниям на стойкость против межкристаллитной коррозии и определить содержание ос-фазы.

После изготовления и исправления выявленных дефектов сосуд подвергают гидравлическим испытаниям на прочность и герметичность. Для этого сосуд заполняют контрольной жидкостью (водой, маслом, гидросмесью), предварительно заглушив все отверстия, и выдерживают под давлением, превышающим рабочее, определенное время. В течение заданного времени испытаний в сосуде не должно происходить снижения давления. После испытаний жидкость сливают. Все данные об испытаниях и исправлении дефектов заносят в паспорт сосуда.

Организация рабочего места

Организация рабочего места сварщика регулируется нормами и постановлениями Охраны труда и Техники безопасности (ОТ и ТБ). Эти указания должны соблюдаться на всех предприятиях и частных мастерских, а их игнорирование приводит к штрафам и травмам. Но существует и Научная организация труда (НОТ), чьи советы носят рекомендательный характер, помогающий оптимизировать уже существующее производство, чтобы увеличить эффективность рабочего процесса за счет улучшения условий и повышения безопасности сотрудников. На основании всех этих источников собраны ключевые положения о том, как должно быть оборудовано рабочее место сварщика в различных ситуациях.

Цель организации рабочего места

- Грамотная расстановка оборудования и создание определенных условий для выполнения работы содействуют следующему:
- повышается производительность предприятия;
- сварщику удобнее выполнять работу, поэтому улучшается качество результата;
- повышается защита рабочего от пассивных вредных воздействий (газы, излучение);
- предупреждаются травмы на производстве;
- создается благоприятная среда для работы других сотрудников, чья деятельность осуществляется рядом со сварщиком.

Чтобы достичь все эти цели прилагаются усилия по внедрению в рабочую местность ряда мер и технологий, которые обеспечивают достаточное пространство и удобство сварщику, а также защиту здоровья как самого специалиста, так и окружающих.

Сварочный пост - рабочее место сварщика укомплектованное: сварочным оборудованием, инструментами, материалами, средствами защиты. В зависимости от выполняемых работ бывает : стационарный и передвижной.

Стационарный сварочный пост организуют при изготовлении сосудов небольшого размера (баллоны и т . д).

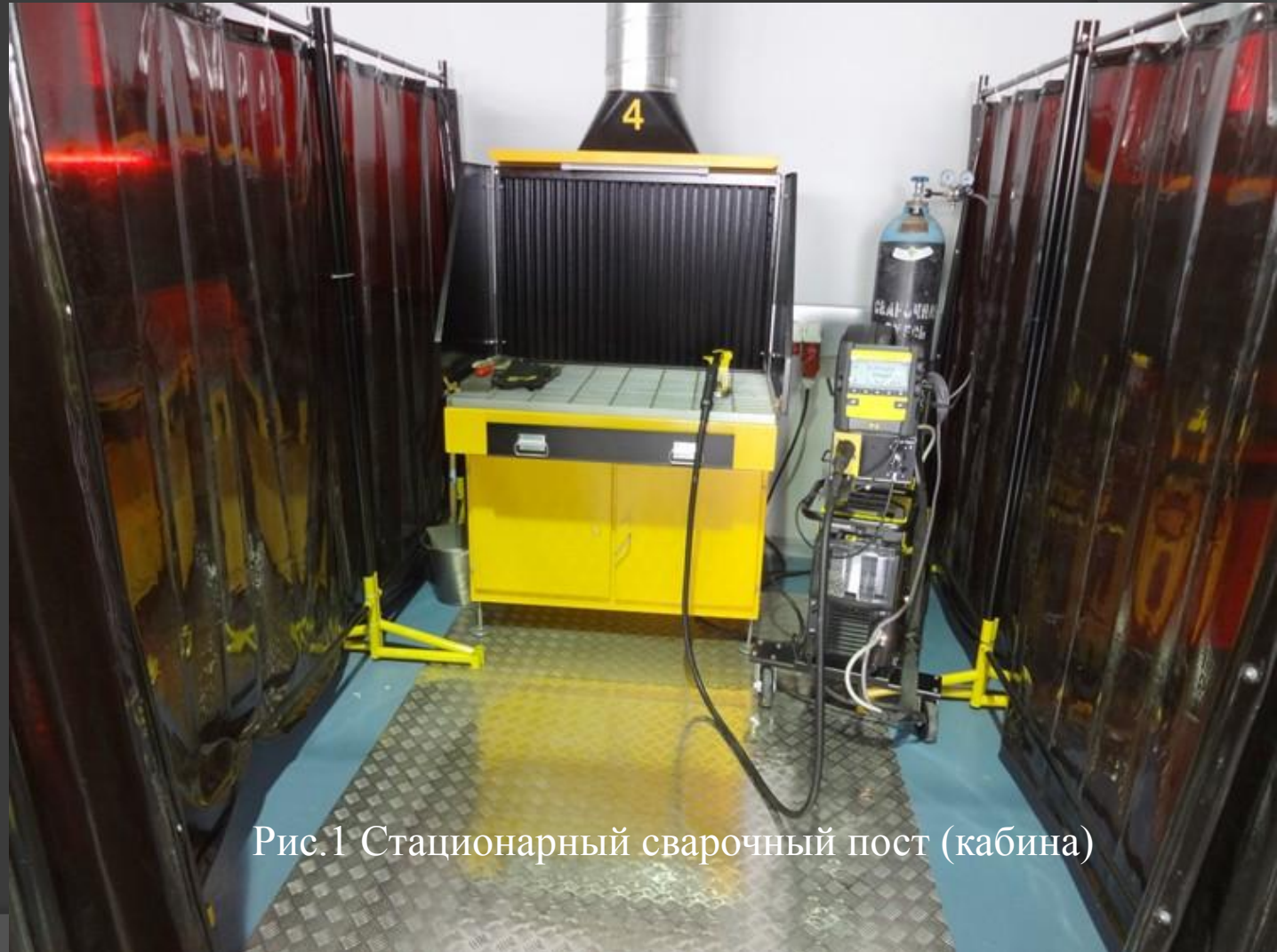


Рис.1 Стационарный сварочный пост (кабина)

Передвижной сварочный пост организуют при изготовлении сосудов огромных размеров. При работе на улице необходимо обезопасить проходящих мимо людей от вредного УФ излучения, посредством установки ширм.

Рис.1 Передвижной сварочный пост



Сварочные материалы

3.1 Сталь: Для изготовления сосудов и аппаратов должны применяться стали, выплавленные в электродуговых печах с последующим вакуумированием.

Химический состав сталей марок 15Г2СФ по ТУ 14-1-5565 и 09ХГН2АБ по ТУ 14-105-845 приведён в таблице 6.1, а механические свойства- в таблице 6.2.

Т а б л и ц а 6.1 – Химический состав сталей марок 15Г2СФ и 09ХГН2АБ

Марка стали	Содержание элементов, %							Прочие
	C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P	
15Г2СФ	0,12-0,18	0,40-0,70	1,30-1,80	≤0,30	≤0,30	≤0,012	≤0,020	V=0,05- 0,10 Cu≤0,30 Al≤0,05 N≤0,30 As≤0,08
09ХГН2АБ	0,08-0,13	0,17-0,37	1,10-1,30	0,70-1,70	1,40-1,00	≤0,005	≤0,012	Nb=0,02- 0,04 Al=0,02- 0,05 N=0,005- 0,025

Т а б л и ц а 6.2 – Механические свойства сталей марок 15Г2СФ и 09ХГН2АБ

Марка стали	Механические свойства, не менее, при температуре испытания					
	Временное сопротивление σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость KCV, Дж/см ²		
				20°С	минус 40°С	минус 60°С
15Г2СФ	540	390	18	56	35	29
09ХГН2АБ	510	390	20	59	-	29

Для сварки деталей и узлов из сталей марок 15Г2СФ и 09ХГН2АБ применяются сварочные материалы, приведенные в таблицах 7.1-7.5.

Т а б л и ц а 7.1 – Электроды для ручной дуговой сварки

Марка свариваемой стали	Тип электрода по стандарту	Марка электрода,	Минимальная температура эксплуатации сварных соединений, °С
15Г2СФ; 09ХГН2АБ	Э60 по ГОСТ 9467	ОЗС-24М по ТУ 14-168-30 [12]	Минус 60
	E8018-C1 по AWS A5.5 [13]	OK 73.68 (ESAB)	
	E8018-G по AWS A5.5 [13]	OK 74.70 (ESAB)	
	E8018-G по AWS A5.5 [13]	FOX EV 60 (Bohler)	
	E8018-C1 по AWS A5.5 [13]	Phoenix SH Ni 2 K 70 (Thyssen)	
	E8016-C1 по AWS A5.5 [13]	NB-2 (KOBЕ)	
Примечание – Диаметр сварочных электродов 3,0-4,0 мм.			

Т а б л и ц а 7.5 – Сварочные материалы для механизированной сварки в защитных газах

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246	Защитный газ и обозначение стандарта	Минимальная температура эксплуатации сварных соединений, °С
15Г2СФ; 09ХГН2АБ	Св-08ХН2Г2СМЮ; Св-08ГСМТ; OK Autrod 13.28 (тип ER80S-Ni 2 по AWS A5.28 [18]), ESAB	Аргон по ГОСТ 10157; смесь Ar+20%CO ₂ (ГОСТ 8050)	Минус 60
Примечание – Диаметр сварочной проволоки 1,2-2,0 мм.			

Режимы прокатки электродов и флюсов

Использование электродов по истечению срока годности, приведенного в таблице 7.6, не допускается. Применение этих электродов разрешается после контроля влажности покрытия и, при необходимости, повторной прокатки.

Т а б л и ц а 7.6 – Рекомендуемые режимы прокатки и сроки годности электродов

Марка электродов	Температура печи при загрузке электродов, °С, не более	Скорость подъема температуры, °С/ч	Температура прокатки, °С	Время выдержки, ч	Охлаждение с печью		Срок годности при соблюдении требований п.7.9, сутки
					при закрытых дверцах до температуры, °С	при открытых дверцах до температуры, °С	
ОЗС-24М, OK 73.68, OK 74.70, FOX EV 60, Phoenix SH Ni 2 K 70, NB-2	150	100-200	350 - 400	1,5	200	100-150	5

Т а б л и ц а 7.7 – Рекомендуемые режимы прокатки и сроки годности флюсов

Марка флюса	Температура печи при загрузке флюсов, °С, не более	Скорость подъема температуры, °С/ч	Температура прокатки, °С	Время выдержки, ч	Охлаждение с печью		Срок годности при соблюдении требований п.7.9, сутки
					При за – крытых дверцах до тем- перату- ры, °С	при отк- рытых дверцах до тем- пера- туры, °С	
АН-8	150	100 – 200	380 - 450	2	300	100 - 150	15
АН-22			850 - 900	3,5	500	100 - 200	
OK Flux 10.62, BB 24, PFH-55S UV 421 TT, PF-100H			300±25	2	300	100 - 150	

3.2 Защитный газ применяемый при полуавтоматической сварке
Аргон - наиболее часто применяемый инертный газ(газ, который не взаимодействуют с металлом сварочной ванны и защищает сварочную ванну от попадания в нее кислорода и других вредных примесей).

Выпускается (ГОСТ 10157-79) двух сортов: высшего и первого.

Высший рекомендуется для сварки ответственных металлоконструкций из активных и редких металлов и сплавов, цветных металлов. Аргон первого сорта применяют для сварки сталей и чистого алюминия.

Аргон — одноатомный газ с температурой кипения (при нормальном давлении) $-185,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (немного ниже, чем у кислорода, но немного выше, чем у азота). В 100 мл воды при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ растворяется 3,3 мл аргона, в некоторых органических растворителях аргон растворяется значительно лучше, чем в воде. Тяжелее воздуха и не образует с ним взрывчатых смесей.

Техника безопасности при работе с аргоном:

Аргон обладает физиологическим действием, которое проявляется в его наркотическом воздействии на организм. Наркотический эффект от вдыхания аргона проявляется только при барометрическом давлении свыше $0,2\text{ МПа}$.

Содержание аргона в высоких концентрациях во вдыхаемом воздухе может вызвать головокружение, тошноту, рвоту, потерю сознания и смерть от асфиксия (в результате кислородного голодания) -

отравления аргоном относится к вредным и опасным факторам сварочного производства.

Ar	18
АРГОН	
39.948	8
$3s^2 3p^6$	8 2

Рис. 1 Аргоновый баллон



3.3 Сварочная проволока для механизированной сварки.

Марка :	Св-08ХН2Г2СМЮ
Классификация :	Проволока стальная сварочная
Применение:	Сварочная холоднотянутая проволока из легированной стали для сварки (наплавки) и изготовления электродов

Химический состав в % материала Св-08ХН2Г2СМЮ
[ГОСТ 2246](#) - 70

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	N	Al
0.06 - 0.11	0.4 - 0.7	1.5 - 1.9	2 - 2.5	до 0.03	до 0.03	0.7 - 1	0.45 - 0.65	до 0.015	0.06 - 0.18



Подготовка к проведению сварочных работ

Сварка металлических заготовок – это не только работа с электродом или газовой горелкой. Это несколько позиций, которые влияют на качество конечного результата. А именно: подготовка металла к сварке, настройка сварочного аппарата с выбором режима сваривания и, конечно, техника проведения самого процесса. Есть еще несколько моментов, но они менее значительны.

Итак, что входит в понятие – подготовка деталей к сварке. Здесь достаточно большой список операций, с помощью которых облегчается сам процесс и увеличивается качественная характеристика сварного шва. В подготовительный процесс перед соединением металлических заготовок входит:

- Чистка
- Резка
- Правка;
- Разметка;
- При необходимости гибка заготовок;
- Разделка и чистка кромок свариваемых деталей;
- Сборка конструкций перед началом соединения.

1) **Чистка** – операция по удалению загрязнений с металла. Зависит от размера изготавливаемого сосуда. (маленькие – ушм (турбинка) а большие кёршером и тд).



Рис.1 Чистка турбинкой



Рис. 2 Чистка кёршером

2) **Резка** – операция по разделению металла на части.



Рис.3 Резка металла лазером



Рис.4 Рубка металла гильотиной

3) **Правка** – операция по удалению деформаций с металла.



Рис.1 Правка металла на станке

4) **Разметка** – операция по перенесению конфигураций с чертежа на металл.



Рис 2 Разметка изделий из металла

5) Гибка - операция по преданию детали определенной формы.

Листы стали не должны иметь кривизну, превышающую по длине 8 мм и по ширине 5 мм на 1 м. Металл, не отвечающий приведенным требованиям, перед запуском в производство должен быть выправлен механическим способом (на прессе) без нагрева.

Гибка и калибровка обечаек производится в холодном состоянии. При недостаточной мощности гибочного оборудования допускается подогрев металла до температуры 600-650°C. Перед вальцовкой рекомендуется производить подгибку кромок на кромкогибочных станках или вальцах с применением подкладных листов.

6) Разделка кромок, подготовка кромок.

Разделка кромок под сварку производится механическим способом. В обоснованных случаях допускается применение термической резки с последующей механической обработкой металла до удаления следов резки на глубину не менее 1 мм.

Способы подготовки кромок свариваемых деталей должны обеспечивать отсутствие на кромках механических повреждений и зон термического влияния, снижающих регламентированные свойства сварных соединений.

Контроль подготовленных под сварку кромок производить визуальным осмотром и измерениями, а также другими методами неразрушающего контроля при наличии специальных требований.

Перед вырезкой отверстий замерить фактический наружный диаметр устанавливаемого патрубка (штуцера).

Т а б л и ц а 10.1 – Разность диаметров вырезаемых отверстий и устанавливаемых патрубков

В миллиметрах

Диаметр отверстия	От 30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 250	Св.250 до 315	Св.315 до 400	Св.400 до 500	Св.500 до 630	Св.630
Δ	$3,0^{+2,5}$	$3,0^{+3,0}$	$3,0^{+3,5}$	$3,0^{+4,0}$	$2,0^{+4,6}$	$2,0^{+5,2}$	$2,0^{+5,7}$	$2,0^{+6,3}$	$1,0^{+7,0}$	$1,0^{+8,0}$

Примечание - $\Delta = D_{отв} - D_{патр}$
где $D_{отв}$ – диаметр вырезаемого отверстия;
 $D_{патр}$ – наружный диаметр устанавливаемого патрубка.

Зачистка кромок вырезанного отверстия производится до удаления следов термической резки .

При толщине листового проката более 36 мм зону, прилегающую к кромкам, дополнительно контролировать ультразвуковым методом на ширину не менее 50 мм для выявления трещин, расслоений и т.д.

Перед установкой и приваркой штуцеров «впритык» следует выполнить контроль качества основного металла методом УЗД в объеме 100% на ширину не менее 100 мм от кромки стыка для выявления внутренних дефектов (трещин, расслоений и т.д.).

Сборка на прихватки

Прихватка – короткий связующий шов, соединяющий деталь перед сваркой.

- прихватки должны выполняться теми же электродами или сварочной проволокой, которые применяются для сварки данной стали. Допускается применять электроды типа Э42А или Э50А.

- наложение прихваток на пересечении сварных швов не допускается

- не допускается наличие на прихватках пор, подрезов, наплывов. Дефектные участки должны удаляться шлифмашинкой;

- перед сваркой прихватки и кромки свариваемых элементов должны быть тщательно зачищены от брызг, шлака и загрязнений;

- при выполнении продольных сварных швов обязательно следует применять вводные и выводные планки для вывода на них начального и конечного участков шва длиной 40-50 мм. Размер технологических планок не менее 100x100 мм;

При сборке деталей и сборочных единиц применяются приспособления (струбцины, прижимы, упоры, домкрата и прочие), обеспечивающие их качественное изготовление.

Сборка деталей под сварку должна обеспечивать правильное фиксированное расположение деталей, а также свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом. Швы приварки скрепляющих планок следует располагать от кромки стыка на расстоянии не менее 70 мм для кольцевых и продольных стыков обечаек диаметром не менее 1000 мм, для остальных стыков - на расстоянии не менее 30 мм. Величина зазоров в стыке должна соответствовать требованиям ГОСТ 8713, ГОСТ 5264, ГОСТ 14771 или чертежа.

Сборка конструкций под сварку должна производиться по технологическому процессу, который может разрабатываться и выпускаться в виде самостоятельного документа или совместно с технологическим процессом на сварку. В технологическом процессе на сборку должен быть указан порядок сборки, способ крепления деталей, методы контроля сборки и другие необходимые технологические операции.

Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и наличие плавного перехода при разной толщине свариваемых листов в соответствии с требованиями НД, чертежа или технологического процесса на сборку.

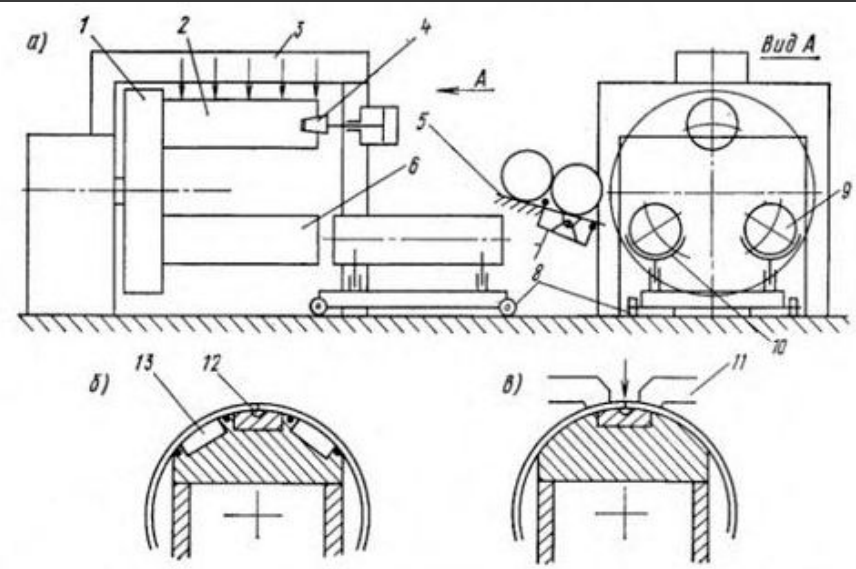


Рис. 15.21. Полуавтоматическая установка для сборки и сварки продольного стыка обечайки:
 а — схема установки; б — расположение обечайки на позиции сборки; в — расположение обечайки на позиции сварки
autowelding.ru

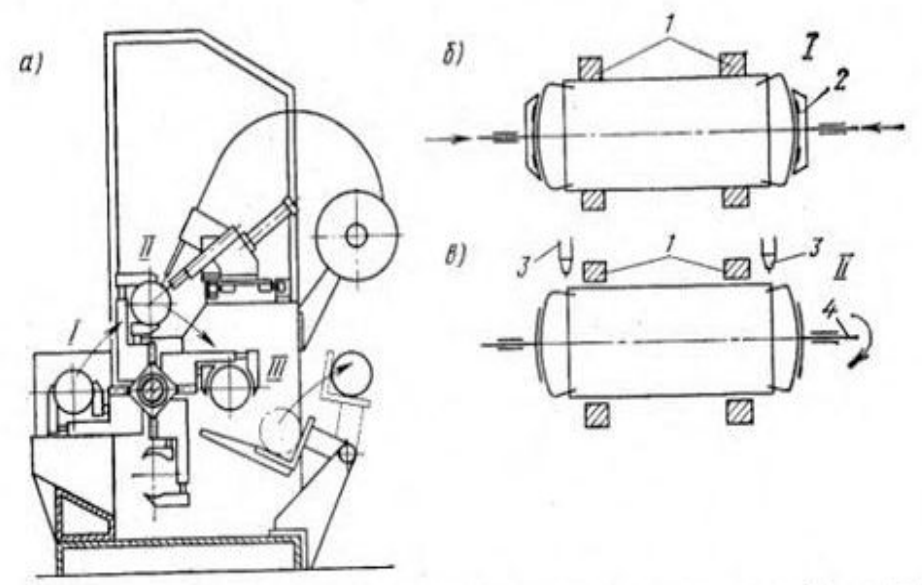


Рис. 15.22. Станок-полуавтомат для сборки и сварки тормозных баллонов:
 а — расположение захватов; б — схема выполнения сборочной операции; в — схема выполнения сварочной операции
autowelding.ru

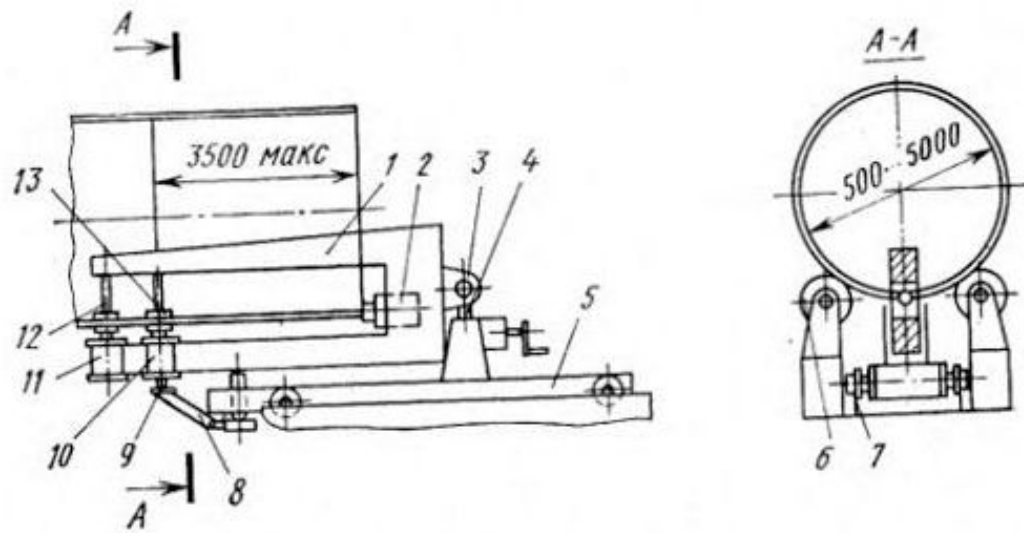


Рис. 15.24. Установка для механизированной сборки кольцевых стыков цилиндрических сосудов

autowelding.ru



Последовательность расстановки прихваток

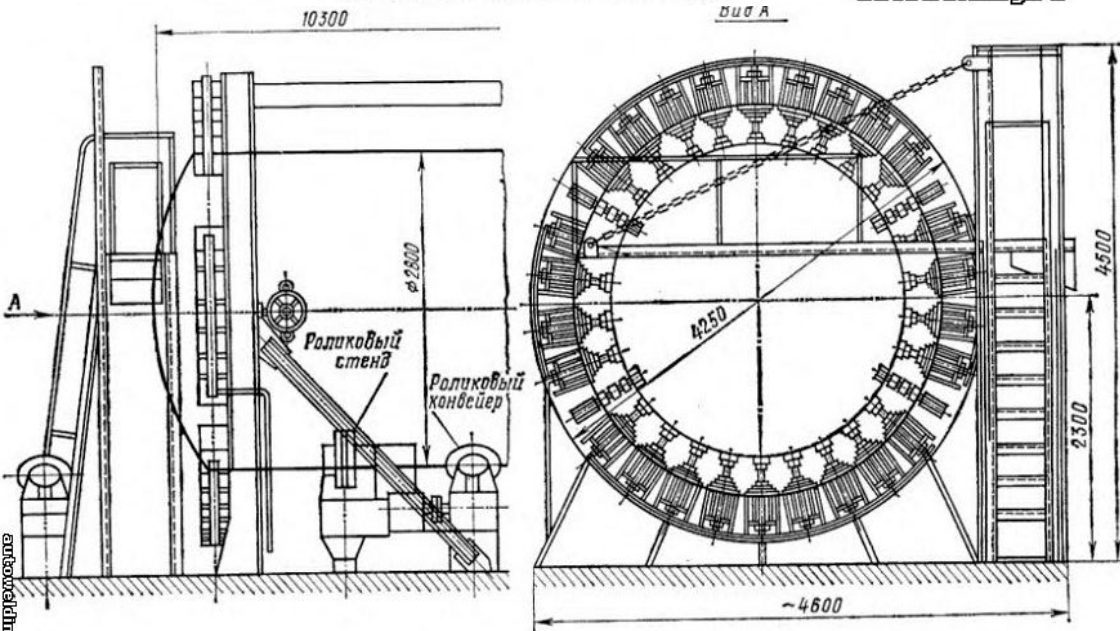


Рис. 15.28. Центратор для сборки днищ с обечайкой

Техника и технология изготовления сосудов работающих под давлением РДС

Все цилиндрические сосуды работающие под давлением конструктивно включают следующие элементы (рис. 6.1):

- цилиндрическую обечайку;
- днища полуэллиптические или полусферические;
- патрубки, ввариваемые в днища либо в цилиндрическую часть;

и классифицируются в зависимости от толщины стенки на следующие группы:

- тонкостенные, с толщиной стенки до 10мм;
- сосуды, изготовленные из металла средней толщины от 10мм до 40мм;
- толстостенные - с толщиной стенки более 40мм.



Рис. 6.1. Конструкция цилиндрического сосуда давления.

Технология изготовления сосудов, работающих под давлением.

- Днища изготавливают штамповкой, предварительно вырезанной из целого листа заготовки, если позволяют размеры, либо штамповкой своренной из нескольких листов карты и последующей механической обработки торцов.
- Для сварки патрубка в днище применяют наклонные поворотные столы, обеспечивающие удобное положение формирования шва «в лодочку», и стационарно подвешенную над столом сварочную головку для автоматической сварки под флюсом, либо в среде защитных газов (рис 6.2).
- Если размеры исходной листовой заготовки превышают размеры развертки цилиндрической части, то её изготавливают из целого листа с одним продольным швом (рис. 6.3).

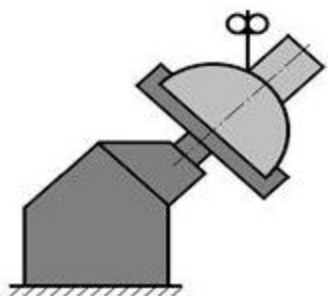


Рис. 6.2. Схема сварки элементов сосуда в положение «в лодочку».

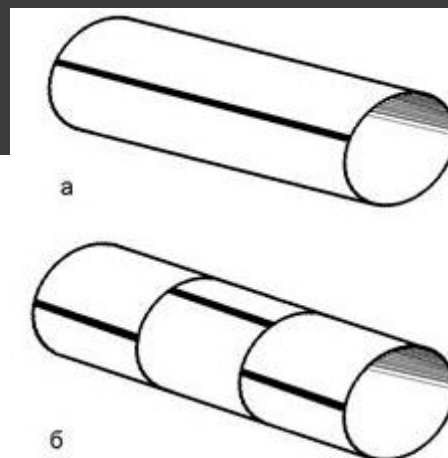


Рис. 6.3. Схемы изготовления цилиндрической части сосудов:
а – с одним продольным швом; б – с продольными и кольцевыми швами.

2. Если длина цилиндрической части сосуда превышает максимально возможную длину листового проката, то её можно изготавливать из нескольких обечаек, соединенных между собой поперечными кольцевыми швами. Такая схема применяется при малом объеме производства, поскольку предполагает наличие нетехнологичных кольцевых швов (рис. 6.3 б). Чтобы исключить в цилиндрической части кольцевые швы целесообразно воспользоваться третьей схемой.

3. Изгибают две полуобечайки из листа, либо из сваренной карты, соединяют их двумя продольными швами (рис. 6.4).

Обычно такая схема применяется при изготовлении толстостенных сосудов в условиях массового высокопроизводительного производства и предполагает изготовление полуобечаек штамповкой, а их соединение электрошлаковой сваркой.



Рис. 6.4. Цилиндрическая обечайка с двумя продольными швами

4. Если цилиндрическую часть большого диаметра невозможно изготовить из целого листа, то предварительно сваривают карту из длиномерных листов, соединенных по длине, затем изгибают её относительно продольной оси шва и сваривают одним продольным швом. Однако такие обечайки не могут иметь длину более 3500мм, из-за ограниченной длины валков в стандартных листогибочных машинах.

Конструктивные элементы подготовленных кромок и выполненного сварного шва должны соответствовать требованиям ГОСТ 5264, ГОСТ 11534, действующих НД и настоящего стандарта. Сварные швы со скосом одной кромки (типа С8, С15 и др.) рекомендуется применять при сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости. Род тока, полярность и режимы сварки приводятся на упаковке электродов. При сварке в вертикальном и потолочном положениях величину сварочного тока рекомендуется снижать на 10-20 и 15-30%, соответственно, по сравнению со значениями тока для нижнего положения. При двухсторонней сварке с разделкой кромок сосудов, подконтрольных Ростехнадзору РФ, с толщиной стенки более 4 мм, выполнение шва с обратной стороны для обеспечения провара производится после зачистки корня шва. При односторонней сварке деталей и узлов, работающих под давлением, корень шва должен быть выполнен аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом. Применение ручной 19 СТО 00220368-016-2009 дуговой сварки допускается в технически обоснованных случаях.

Однопроходная сварка швов длиной до 300 мм выполняется от начала до конца на проход; швов длиной свыше 300 мм - от середины к краям или обратноступенчатым способом. Длина каждой ступени (участка) при сварке обратно-ступенчатым способом должна быть 100- 300 мм. При многослойной сварке продольных и кольцевых стыков применяются следующие способы выполнения швов: блоками; каскадом; горкой.



Для длинных (свыше 1000 мм) швов.
Шов разбивается на отдельные участки по 150-200 мм. Сварка на каждом из них ведется в направлении, обратном общему направлению сварки

При многослойной сварке диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла и номера прохода. Для первого прохода рекомендуется применение электродов диаметром не более 3 мм, для последующих - 4-5 мм. Многослойные швы могут иметь равное количество слоев и проходов или отдельные слои могут быть выполнены в два и более проходов. Рекомендуемое среднее поперечное сечение валика 30-35 мм². Швы угловых и тавровых соединений выполняют в один проход, если катет шва не более 8 мм, и в два или более прохода, если катет шва превышает 8 мм. При ручной дуговой сварке угловых, тавровых или нахлесточных соединений поверхностный слой шва выполняется без поперечных колебаний электрода. Ширина валика для электрода диаметром 4 мм составляет 8-11 мм, каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 30-40% его ширины.

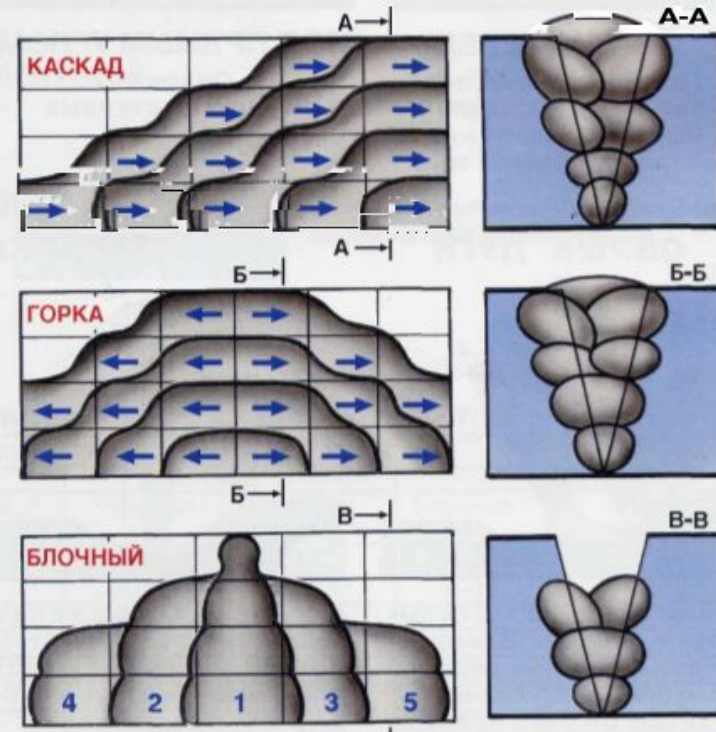
НАЛОЖЕНИЕ ШВОВ ПРИ ТОЛШИНЕ МЕТАЛЛА БОЛЕЕ 15 ММ

ПРИ КАСКАДНОМ МЕТОДЕ шов разбивают на участки по 200 мм. После сварки первого слоя первого участка, не останавливаясь, продолжают укладывать первый слой на соседнем участке. Тогда каждый последующий слой накладывается на не успевший остыть металл предыдущего слоя

СВАРКА «ГОРКОЙ» - разновидность каскадного метода. Ведется двумя сварщиками одновременно от середины к краям

Оба метода - это обратноступенчатая сварка не только по длине, но и по сечению шва, причем зона сварки всегда остается горячей

ПРИ СВАРКЕ БЛОКАМИ шов заполняют отдельными ступенями по всей высоте сечения шва. Применяют при соединении деталей из сталей, закаливающихся при сварке



Техника и технология изготовления сосудов работающих под давлением в среде защитных газов

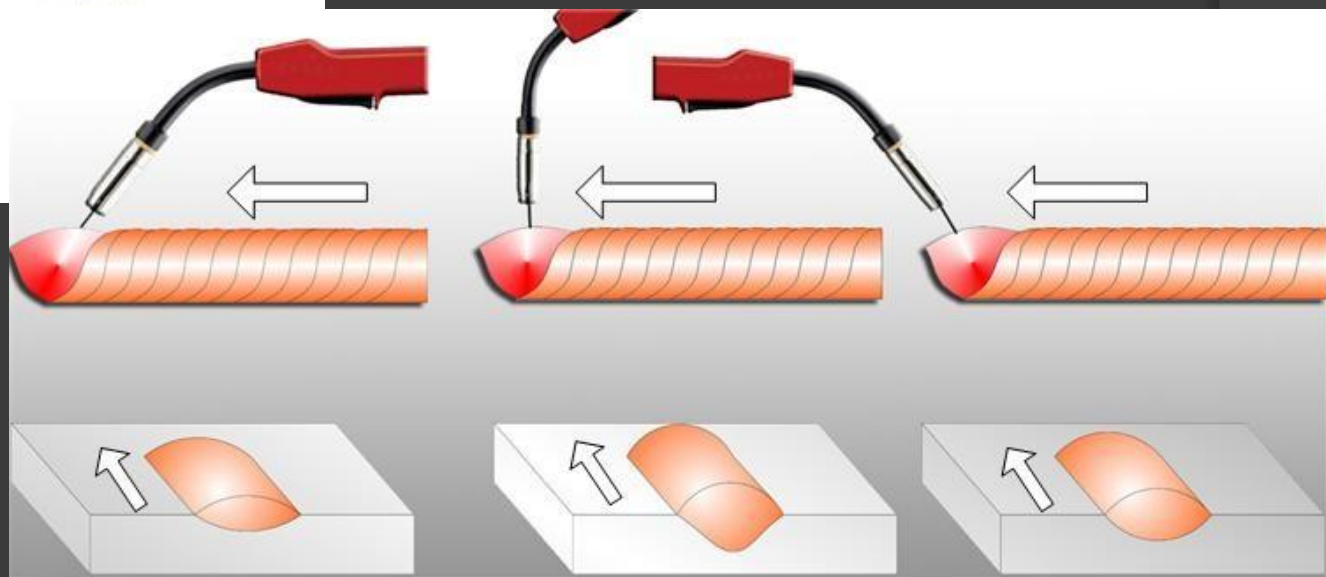
Конструктивные элементы подготовленных кромок и выполненного сварного шва должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771, ГОСТ 23518, настоящего стандарта или чертежа. Требования к технологии механизированной сварки в защитных газах сосудов и аппаратов из сталей марок 15Г2СФ и 09ХГН2АБ в основном те же, что и при сварке оборудования из низколегированных сталей типа 16ГС, 09Г2С и приведены в СТО 00220368-012. Ориентировочные режимы механизированной сварки в защитных газах в зависимости от диаметра сварочной проволоки и пространственного положения шва приведены в таблице 12.7. При полуавтоматической сварке в защитных газах положение горелки и ее размещение должны обеспечивать устойчивость процесса, надежность газовой защиты сварочной ванны от воздуха, оптимальную форму шва, возможность наблюдения за процессом сварки. Сварку в нижнем положении производится в направлении слева направо «углом назад» или справа налево «углом вперед».

Т а б л и ц а 12.7 – Ориентировочные режимы механизированной сварки

Диаметр сварочной проволоки, мм	Пространственное положение шва						Вылет электрода, мм
	нижнее		вертикальное и горизонтальное		потолочное		
	Режимы сварки						
	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	
0,8	50-120	17-20	50-110	17-19	50-100	16-18	6-10
1,0	50-180	20-23	50-170	20-22	50-120	17-20	7-12
1,2	120-260	21-24	110-180	21-23	110-170	19-21	8-12
1,4	130-350	21-25	120-200	21-23	120-180	19-21	10-14
1,6	150-420	21-28	-	-	-	-	12-18
2,0	200-500	26-34	-	-	-	-	14-20

Сварку вертикальных швов при толщине металла до 3 мм, включительно, рекомендуется производить сверху вниз с наклоном горелки от вертикальной стенки под углом $45+5^\circ$, а при толщине металла свыше 3 мм - снизу вверх с наклоном горелки под углом $35+5^\circ$.

Сварку швов в горизонтальном положении следует производить с наклоном горелки от вертикальной плоскости под углом $70+5$. Сварку швов в потолочном положении рекомендуется выполнять при положении электрода «углом назад». Сварку стыковых швов при этом следует производить с наибольшими поперечными колебаниями сварочной горелки. При сварке однопроходных стыковых швов и первого прохода многопроходных швов горелку вдоль шва рекомендуется перемещать поступательно без поперечных колебаний при зазоре до 0,5 мм и возвратно-поступательно с поперечными колебаниями при зазоре свыше 0,5 мм. Второй и последующие проходы выполняются только с поперечными колебаниями. Количество проходов по ширине шва (в одном слое шва) должно устанавливаться с учетом ширины разделки кромок соединения: при ширине менее 20 мм один слой следует выполнять за один проход, при ширине более 20 мм количество проходов в слое следует увеличивать. При сварке угловых швов сварочная проволока должна быть отклонена от вертикальной стенки на угол от 30 до 45° . Сварка должна выполняться со смещением конца проволоки от вертикальной стенки на 1 -3 мм или перемещением его по вытянутой спирали. На токах ниже 400А угловые швы рекомендуется выполнять «углом вперед». Сварку швов большой протяженности рекомендуется выполнять обратноступенчатым способом с длиной участка от 1 до 1,5 м. Необходимо соблюдать дополнительные общие требования (подогрев, ограничение погонной энергии сварки и др.) к сварке сталей марок 15Г2СФ и 09ХГН2АБ, изложенные в настоящем стандарте. Допускается применять механизированную сварку в CO_2 для сварных соединений, эксплуатируемых при температурах не ниже 40°C .



Углом назад

Перпендикулярное положение

Углом вперед

Контроль качества сварных соединений сосудов работающих под давлением

Пооперационный контроль включает: контроль качества основного металла, соответствие его свойств данным сертификатов и требованиям стандартов или технических условий;

- контроль качества сварочных материалов и правильности их хранения;
- проверку квалификации сварщиков и специалистов сварочного производства, согласно;
- контроль правильности сборки и качества подготовки кромок;
- контроль технологических режимов и последовательность наложения швов;
- контроль качества сварных соединений.

При контроле качества подготовки и сборки деталей под сварку проверяются:

- правильность подготовки и чистота поверхности свариваемых кромок, отсутствие на них дефектов;
- чистота поверхности свариваемых кромок и прилегающих к ним участков основного металла;
- зазоры в соединениях в соответствии с требованиями настоящего стандарта;
- смещение кромок в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52630, ОСТ 26-291 и ПБ 03-576
- правильность сборки деталей, качество и расположение прихваток.

В процессе сварки контролируются:

- режимы сварки;
- очередность наложения швов;
- температура подогрева деталей, подлежащих сварке с подогревом;
- правильность клеймения выполненных швов.

Контроль качества сварных соединений производится следующими методами:

- визуальным и измерительным (РД 03-606);
- механическими испытаниями (ГОСТ 6996);
- металлографическим исследованием (РД 24.200.04);
- цветной дефектоскопией (ОСТ 26-5);
- ультразвуковой дефектоскопией (СТО 00220256-005);
- радиографическим (СТО 00220368-010); - замером твердости металла шва и ОШЗ (ГОСТ 22761, ГОСТ 22762);
- гидравлическим испытанием (ГОСТ Р 52630, ОСТ 26-291, ПБ 03-576); - другими методами, предусмотренными в проекте.



Рис. 1, 2, 3
Неразрушающий
контроль качества
сварного шва



Техника безопасности при сварочных работах

В связи с тем, что электросварочные работы являются работами повышенной опасности, при их выполнении должны соблюдаться соответствующие требования безопасности при электросварочных работах, регламентируемые соответствующими документами.

Выполнение данных нормативов является единственной возможностью вести подобные работы без риска для здоровья и жизни.

Начинать электросварочные работы можно только при выполнении следующих предварительных условий:

- Электросварщик должен быть экипирован в спецодежду, а также обувь, обеспечивающую гарантированную защиту от попадания на тело расплавленных частиц металла. В комплект одежды входят брезентовые брюки и куртка, имеющие карманы закрытые специальными клапанами (одеваться должны только навывпуск), шнуровка обуви должна быть плотной. На руках должны быть сварочные перчатки.
- Должна быть проверена электрическая изоляция токоведущих элементов (электрокабель) и держателя электродов.
- Проверяется надежность и правильность заземления следующих элементов: корпуса сварочного агрегата, его электрической части, свариваемой заготовки и рубильника.
- Все соединения кабеля и сварочного агрегата должны быть надежными.
- У места ведения работ не должны находиться любые воспламеняющиеся материалы, расстояние от рабочей площадки до места их возможного размещения должно составлять не менее 10 метров.

Общие меры безопасности при электросварочных работах

- Вести работы на открытой территории при атмосферных осадках (снег, дождь) запрещено, по их завершении сварка разрешена только с применением диэлектрических перчаток, обуви и ковриков, которые должны проходить обязательную поверку в установленные сроки.
- При замене электрода запрещается дотрагиваться свободной рукой до свариваемой заготовки
- Для защиты органов зрения и лица обязательно применение защитных масок или щитков, они должны обеспечить защиту всего лица. Также необходимо предусмотреть защиту от воздействия сварочной дуги посторонних лиц. С этой целью устанавливаются специальные экраны или щиты, не допускающие ослепления подручных сварщика.

Ведение электросварочных работ на высоте

- Работы в таких условиях с переносных лестниц категорически запрещены. Они могут выполняться только со специально оборудованных площадок, имеющих ограждение. Ширина площадки не должна быть меньше 1 метра.
- При работе на высотных лесах обязательно применение поверенного предохранительного пояса.
- Деревянные подмости и леса должны быть защищены асбестовыми или металлическими листами.
- Если высотные сварочные работы ведутся несколькими исполнителями на различной высоте, но по одной вертикальной линии, для защиты ниже расположенных сварщиков от искр и брызг металла необходимо устанавливать специальные тенты, козырьки из негорючих материалов.

Выполнение работ в особо опасных условиях

- К такому виду работ причисляют сварку в резервуарах, емкостях. В этих случаях требования безопасности при электросварочных работах ужесточаются.
- Для выполнения такого вида работ, применяются сварочные аппараты с электроблокировкой, способные отключать сварочную цепь в режиме холостого хода (при замене электродов).
- Запрещено вести сварку на баллонах, находящихся под давлением, также не допускается работа в емкостях, в которых не была проведена очистка от горючих, взрывоопасных, токсичных веществ. После очистных работ в обязательном порядке должна быть проведена проверка на их наличие.
- Запрещены работы по сварке конструкций подвергшихся покраске до полного высыхания поверхности.
- Внутри емкостей не допускается одновременное ведение электро и газосварочных работ.

Сварочные работы в замкнутых пространствах

В этом случае должны соблюдаться следующие правила:

Работы должны вестись с деревянных подмостей, запрещено применение металлических защитных масок, необходимо применять резиновые шлемы.

Внутри должно быть обеспечено освещение от источника с напряжением в 12 вольт

Необходимо применять газоотсос, удаляющий продукты горения из области дуги. Необходимо обеспечить сварщика постоянным притоком свежего воздуха, лучше всего, если этот поток будет направлен под маску исполнителя. В особо опасных случаях должен применяться шланговый противогаз.

Страховать сварщика при помощи бечевы, надежно закрепленной на предохранительном поясе, должен подручный, находящийся на свежем воздухе вне замкнутого пространства. Для обеспечения свободы движений сварщика длина бечевы должна составлять не менее 2 метров.

ВЗРЫВО- И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ

МЕСТО РАБОТ ОЧИСТИТЬ ОТ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



Увлажните деревянные полы

Стенные проемы и отверстия в полу закройте асбоцементными или стальными щитами



Прекратите в наклон и смежных помещениях сварочные работы, удалите оттуда легковоспламеняющиеся и горючие вещества.

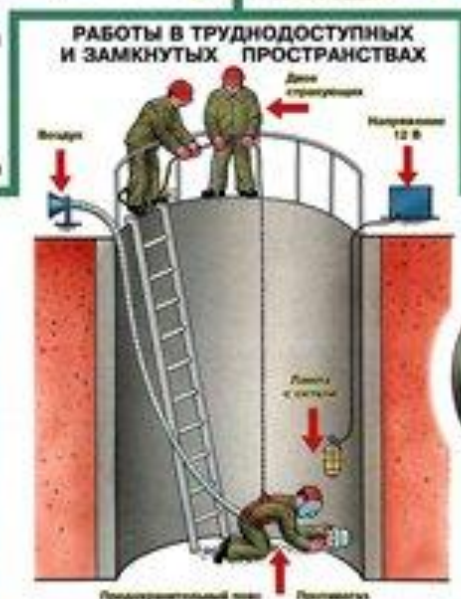


СПЕЦОДЕЖДА СВАРЩИКА ДОЛЖНА БЫТЬ ЧИСТОЙ, БЕЗ МАЛЕЙШИХ СЛЕДОВ МАСЛА ИЛИ ЖИРОВ

ПОПАДАНИЕ МАСЛА НА ШТУЦЕР БАЛЛОНА С КИСЛОРОДОМ МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ ВОЗГОРАНИЕ ИЛИ ВЗРЫВ



ОГАРКИ ЭЛЕКТРОДОВ СКЛАДЫВАЙТЕ ТОЛЬКО В СПЕЦИАЛЬНЫЙ ЯЩИК



РАБОТЫ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ И ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Вход
Выход
Дверь ступенчатая
Напряжение 12 В
Предварительный взрыв
Противопожарный пояс

Пределы взрываемости при содержании горючего газа в смеси с воздухом, объём. %

Ацетилен	2,2 - 81,0
Водород	3,3 - 81,5
Метан	4,8 - 16,7
Пропан	2,2 - 9,5
Бутан	1,5 - 8,4
Этан	3,1 - 15,0
Бензин	0,7 - 6,0
Керосин	1,4 - 7,5



ВНИМАНИЕ !

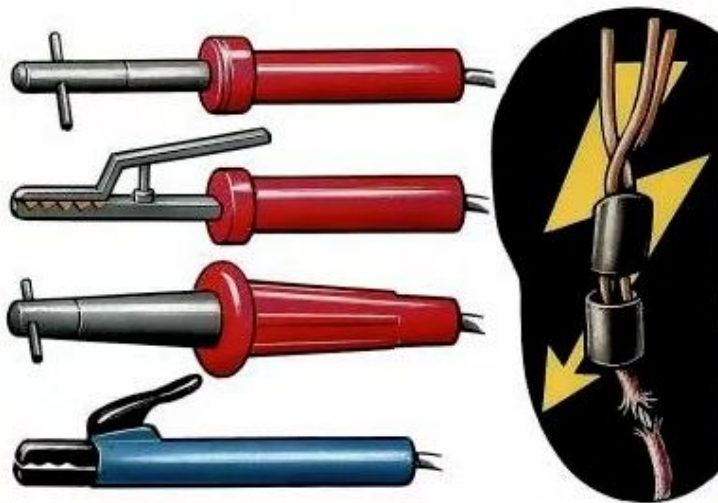
- Следует избегать воздействия на сварочном оборудовании электрической искры, искры и электричества, особенно при электрификации, обслуживании электроустановок.
- Сварочное оборудование устанавливать в сухом, вентилируемом, защищенном от влаги, пыли, грязи, снега помещении.
- МАШИНЫ ВОЗДУХА, газопылеуловители, сварочные аппараты устанавливать в сухом, вентилируемом помещении.
- Сварочные аппараты должны быть не менее 10% от общей доли воздуха.



Полная установка (12 В)
Дополнительный вентилятор, голландский вентилятор
Поддон из пластика с искроуловителем

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ
ТОЛЬКО ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ



СВАРОЧНЫЙ КАБЕЛЬ СОЕДИНЯЙТЕ ТОЛЬКО ТАК:



Опрессовка



Пайка на сварке



Специальные зажимы



Муфты:
неразъемная

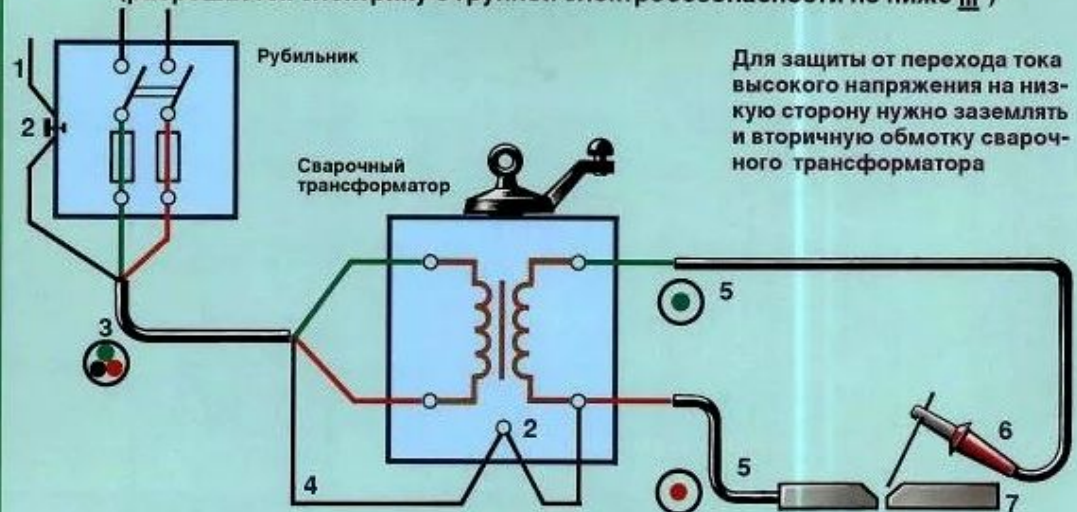


разъемная

ТОКОПОДВОДЯЩИЕ
ЗАЖИМЫ ДЛЯ
ПРИСОЕДИНЕНИЯ
ОБРАТНОГО
ПРОВОДА



ПРАВИЛЬНО ПОДКЛЮЧАЙТЕ К СЕТИ СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
(разрешается электрику с группой электробезопасности не ниже III)



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

1. Нулевой провод
2. Заземляющий болт
3. Питающий шланговый 3-жильный провод
4. Заземляющая жила
5. Шланговый одножильный провод
6. Электрододержатель
7. Свариваемое изделие

При питании от фазного напряжения предохранитель в нулевом проводе снять!



Питающий провод закрепляют на стене или прокладывают с помощью козлов



Длина питающего провода не более 10 м

Заключение

Для выполнения сварки должны применяться исправные установки, аппаратура и приспособления, обеспечивающие соблюдение требований технологической документации. Руководство работами по сборке, сварке и контролю качества сварных соединений должно быть возложено на специалиста, прошедшего в установленном порядке аттестацию.

При доизготовлении на месте эксплуатации, монтаже, ремонте, реконструкции оборудования под давлением должна применяться технология сварки, аттестованная в соответствии с требованиями настоящих ФНП.

К производству работ по сварке и прихватке элементов оборудования, предназначенных для работы под давлением, допускают **сварщиков, имеющих удостоверение** на право выполнения данных сварочных работ. Сварщики должны выполнять сварочные работы только тех видов, к проведению которых согласно удостоверению они допущены.

Сварщики и специалисты сварочного производства, привлекаемые к работам по ремонту, монтажу, реконструкции (модернизации) оборудования под давлением, должны пройти в установленном порядке аттестацию в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства.

Персонал, осуществляющий неразрушающий контроль качества сварных соединений, должен в установленном порядке пройти аттестацию.

Работники должны владеть приемами оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях.

Руководство работами по сборке, сварке и контролю качества сварных соединений должно быть возложено на специалиста, прошедшего в установленном порядке аттестацию.

Сварные соединения элементов, работающих под избыточным давлением, с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке (клеймению), позволяющей установить фамилию сварщика, выполнившего сварку. Система маркировки указывается в технологической документации.

Необходимость и способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки 6 мм и менее устанавливается требованиями технологической документации. Способ маркировки должен исключать наклеп, подкалку или недопустимое утонение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации оборудования.

Сварочные материалы, применяемые для сварки оборудования под давлением, при его монтаже, ремонте, реконструкции должны соответствовать требованиям проектной документации и Руководства (инструкции) по эксплуатации.

Если сварное соединение выполнялось несколькими сварщиками, то на нем должны быть поставлены клейма каждого сварщика, участвовавшего в его выполнении, в порядке, установленном в технологической документации.

Если все сварные соединения данного оборудования выполнены одним сварщиком, то маркировку каждого сварного соединения допускается не производить. В этом случае клеймо сварщика следует ставить около фирменной таблички или на другом открытом участке оборудования и место клеймения заключить в рамку, наносимую несмываемой краской. Места клеймения должны быть указаны в паспорте оборудования.

Применение при монтаже, ремонте и реконструкции (модернизации) оборудования под давлением полуфабрикатов, изготовленных из новых материалов, допускается на основании результатов исследований (исследовательской аттестации), выполненных научно-исследовательской организацией, подтверждающих обеспечение безопасных эксплуатационных параметров, а также положительного опыта их применения при изготовлении оборудования под давлением.

Список используемых источников и литературы

1. Иллюстрированное пособие сварщика

<https://poznayka.org/s18522t1.html>

yandex.ru/images/

<http://weldering.com/illyustrirovannoe-posobie-svarshchika>

<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293821/4293821802.pdf>

<http://stalevarim.ru/pub/trebovaniya-bezopasnosti-pri-elektrosvarochnih-rabotah/>

https://studref.com/364626/tehnika/tehnologiya_izgotovleniya_svarnyh_sosudov_rabotayuschih_davleniem

<https://primtrud.ru/content/svarka-elementov-oborudovaniya-rabotayushhego-pod-davleniem.html>

<https://svarkalegko.com/tehnology/rabochee-mesto-svarshhika.html>