



Ю. И. НЕКРАСОВ

ГАЗЫ-ЗАМЕНИТЕЛИ АЦЕТИЛЕНА

6П4.3

Н48

УДК 621.791.556 (082.1)

Некрасов Ю. И.

Н48 Газы — заменители ацетилена. М., «Машиностроение», 1974.

96 с. с ил. (Б-ка газосварщика).

В брошюре приведены основные сведения о газах — заменителях ацетилена, об оборудовании для газопламенной обработки металлов; описана технология сварки деталей из стали, чугуна, цветных металлов, наплавки твердых сплавов, пайки и нагрева, процесса поверхностной очистки металлоконструкций и кислородной резки, уделено внимание технике безопасности.

Брошюра предназначена для рабочих и мастеров сварочных участков, работающих в различных отраслях промышленности.

Н $\frac{31206-073}{038(01)-74}$ 73-74

6П4.3



ВВЕДЕНИЕ

Газопламенная обработка металлов и неметаллических материалов (сварка, резка, наплавка, пайка, нагрев и т. п.) нашла широкое применение во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства. Основным горючим газом для выполнения этих процессов принято считать ацетилен, который при сгорании в смеси с технически чистым кислородом дает наиболее высокую температуру пламени (3150—3200° С).

Работы ВНИИАвтогенмаша и многих предприятий показали, что при использовании разработанной новой огневой аппаратуры и технологических рекомендаций замена ацетилена другими горючими технически возможна и экономически оправдана. Пропан-бутановой смесью, природным или городским газами, метаном, керосином или бензином стало возможным сваривать низкоуглеродистые стали, чугун, ряд цветных металлов и сплавов, наплавлять твердыми литыми и порошкообразными самофлюсующимися сплавами, а газовоздушным пламенем — паять, осуществлять низкотемпературный нагрев деталей перед сваркой и т. п.

Все эти новые области применения заменителей ацетилена значительно расширяют пределы использования сварочного пламени как источника местного нагрева в общем комплексе сварочных работ.

Настоящий материал содержит основные сведения по затронутым вопросам. Большая часть описанной огневой аппаратуры выпускается серийно, некоторые изделия поставляются по индивидуальным заказам. На аппаратуру, которая серийно не выпускается, ВНИИАвтогенмаш представляет техническую документацию для ее изготовления, ремонта и эксплуатации.

ГАЗЫ — ЗАМЕНИТЕЛИ АЦЕТИЛЕНА

Любой газ с теплотворной способностью свыше 4000 ккал/м³ может быть использован в горелках для нагрева металлов и неметаллических материалов. Выбор горючего газа зависит от его теплотворной способности, скорости горения, температуры воспламенения, пределов взрываемости, возможности работы в любое время года на открытом воздухе, доступности и удобства в работе (табл. 1 и 2).

Сжиженные газы представляют собой смеси, состоящие в основном из пропана, бутана, пропилена, бутилена и небольших количеств метана, этана, этилена и пентана. Эти смеси при стандартных условиях (20°С и 760 мм рт. ст.) находятся в газообразном состоянии, а при понижении температуры или повышении давления превращаются в жидкость.

Состав сжиженных газов регламентируется ГОСТ 10196—62 «Газы углеводородные сжиженные топливные». Сжиженные углеводородные топливные газы изготовляют следующих марок: пропан — технический газ, состоящий в основном из пропана и пропилена; бутан — технический газ, состоящий главным образом из бутана или бутана и бутиленов; смесь пропана и бутана — технический газ, состоящий из пропана и бутана или пропана, пропилена, бутана и бутилена. Соотношение пропана и бутана в смеси этих газов устанавливают по соглашению между потребителем и поставщиком газа. Смесь с содержанием до 30% пропана используют в районах с более теплым климатом и в летнее время. Смеси с содержанием не менее 70% пропана используют в районах с более холодным климатом и в зимнее время.

К месту потребления сжиженные газы доставляют различными способами в зависимости от объема их потребления. При доставке сжиженных газов в железнодорожных или автомобильных цистернах их переливают в

Таблица 1

СВОЙСТВА ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

Горючее	Рабочее состояние	Плотность, кг/м ³	Содержание в газе, % по массе		Пределы взрываемости (%) газов и паров жидкости в смеси				Максимальная температура (°C) пламени газов и паров жидкости в смеси	
			угле- рода	водо- рода	с воздухом		с кислородом		с воздухом	с кислородом
					нижний	верхний	нижний	верхний		
Ацетилен в баллоне	Растворен в ацетоне под давлением до 19 кгс/см ²	1,1709	92,3	7,7	1,5	100	1,5	100	2325	3150
Ацетилен в генераторе	Под давлением до 1,5 кгс/см ²									
Коксовый газ	Сжатый	0,49—0,80	—	—	4,5	40,0	40,0	75,0	1918	2000
Метан	»	0,72	75,0	25,0	4,5	15,0	4,5	60,0	1875	2400—2500*
Пропан	Сжиженный	2,02	82,0	18,0	2,0	9,5	2,0	48,0	1925	2700—2800*
Бутан	»	2,7	82,5	17,5	1,5	10,0	1,3	47,0	—	—
Керосин	Жидкость	0,8—0,84	86,0	13,7	1,4	5,5	2,0	28,0	1930	2400—2450
Бензин	»	0,7—0,76	84,0	15,9	0,7	6,0	21,0	28,4	1970	2500—2600

* При подогреве пламени.

Таблица 2

ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ
В ПРОЦЕССАХ ГАЗОПЛАМЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Операция	Ацетилен	Пропан	Керосин	Природный газ
Сварка стали:				
низкоуглеродистой толщиной до 6 мм	+	+	+	(+)
конструкционной общего назначения	+	—	—	—
конструкционной качественной и высококачественной	+	—	—	—
низколегированной	+	—	—	—
легированной хромистой, хромованадиевой, хромомарганцово-молибденовой и т. п.	+	—	—	—
Сварка:				
молибдена	+	—	—	—
чугуна	+	+	+	+
меди	+	—	—	—
латуни	+	+	+	+
бронзы	+	+	+	+
алюминия	+	+	+	+
магниевого сплава	+	+	+	+
никеля	+	—	—	—
свинца и стекла	+	+	+	+
Пайка и сварка чугуна	+	+	+	+
Пайка	+	+	+	+
Наплавка твердых сплавов	+	+	+	+
Газопрессовая сварка:				
инструментальной стали, цветных металлов (латуни, бронзы)	+	+	+	+
стальных труб, стержней, прутков, полос, профилей	+	(+)	(+)	(+)
Поверхностная очистка низкоуглеродистых и других конструкционных сталей	+	+	+	(+)
Огневая правка, чистка, низкоуглеродистых и низколегированных сталей	+	+	+	+
Поверхностная закалка железоуглеродистых сплавов	+	+	+	+
Разделительная резка:				
механизированная листового металла	+	+	+	+
ручная заготовительная и лома	+	+	+	+
металлов больших толщин	+	+	+	+
стального литья	+	+	(+)	+
кислородно-флюсовая	+	+	+	+
в металлургии, в том числе горячего металла	+	(+)	—	+
подводная	—	—	—	—
при строительно-монтажных работах	+	+	+	+

Операция	Ацетилен	Пропан	Керосин	Природный газ
Поверхностная резка:				
сплошная огневая зачистка	+	-	-	+
выборочная зачистка в металлургии	+	(+)	-	(+)
вырезка отдельных канавок в машиностроении	+	+	-	+
то же при монтаже	+	+	(+)	(+)

Примечания: 1. Знаком «+» отмечены виды работ, при которых использование данного горючего технически возможно и экономически целесообразно.

2. Знаком «-» отмечены виды работ, при которых использование данного горючего по каким-либо причинам нецелесообразно.

3. Знак «(+» соответствует тем случаям, когда возможность применения данного горючего ограничена.

заводские стационарные емкости и в газообразном состоянии по газопроводу подают к рабочим постам. Потребители получают сжиженный газ также и в баллонах. Газоснабжение участков газопламенных работ осуществляют от распределительных рампы при числе постоянных постов для сварки и резки более 10; если устройство газопровода нерационально — от индивидуальных баллонов, т. е. на каждый рабочий пост по одному баллону.

Баллоны для сжиженных газов выпускают различных емкостей, их изготовляют из листовой стали толщиной 2,5—3 мм. Наиболее широко применяют баллоны емкостью 40—50 л. Штуцеры вентилей баллонов имеют левую резьбу диаметром 21,8 мм и 14 ниток на один дюйм.

Сжиженные газы имеют большой коэффициент объемного расширения. Так, при нормальной температуре коэффициент объемного расширения бутана в 11 раз, а пропана в 16 раз больше, чем у воды. Поэтому наполнение сосудов сверх нормы создает опасность их разрыва при нагреве газа различными источниками теплоты. Сосуды для хранения и транспортировки сжиженных газов наполняют с таким расчетом, чтобы над жидкостью имелась паровая подушка достаточного объема для заполнения ее жидкостью, расширившейся при возможном повышении температуры.

По давлению сжиженного газа в баллоне нельзя судить о его количестве, которое может быть определено только взвешиванием. Давление сжиженного газа в бал-

лоне зависит от температуры и состава газа. Для обеспечения нормального парообразования максимальный отбор газа, приходящийся на один баллон при температуре 20°C , не должен превышать $1,25\text{ м}^3/\text{ч}$.

При атмосферном давлении пропан переходит от жидкого в газообразное состояние при температуре до $-42,2^{\circ}\text{C}$, бутан — до $-0,5^{\circ}\text{C}$. Поэтому при отборе в первую очередь испаряется пропан — наиболее легко кипящий компонент. В результате, по мере расходования газа, жидкость в баллоне обогащается высококипящим компонентом, т. е. бутаном. При этом соответственно уменьшается давление паров смеси. Использование газа состава 50% пропана и 50% бутана с отбором паровой фазы в зимнее время при температуре -15°C прекращается, когда в емкости остается до 30% газа.

При испарении 1 кг пропана образуется в среднем 500 л газа. Если аппаратура питается сжиженными газами от газопроводов с давлением газа до $1,5\text{ кгс/см}^2$, то для защиты газопровода от перетекания в него кислорода у каждого рабочего поста на газопроводе устанавливают предохранительный затвор (жидкостной или сухой) или обратный клапан, рассчитанный на требуемый расход и давление газа. При питании аппаратуры сжиженными газами от газопроводов с давлением выше $1,5\text{ кгс/см}^2$ у каждого рабочего поста на газопроводе устанавливают постовой сетевой редуктор, который снижает давление газа и предохраняет газопровод от перетекания в него кислорода.

При питании аппаратуры сжиженным газом от баллона на него следует устанавливать редуктор. В процессе работы баллоны со сжиженным газом должны находиться в вертикальном положении. Используемые и наполненные баллоны со сжиженным газом хранят в специально отведенных одноэтажных складских помещениях.

Природный газ состоит в основном из метана (до 75—95%). Его транспортируют по трубопроводам. Природный газ широко применяют в промышленности как самое дешевое топливо.

При отборе природного газа из трубопровода у рабочего поста устанавливают водяной затвор на требуемый расход газа. При давлении в трубопроводе $0,02\text{ кгс/см}^2$ используют затворы типа ЗГГ пропускной способностью до $3\text{ м}^3/\text{ч}$. При давлении до $0,7\text{ кгс/см}^2$ используют затво-

ры среднего давления ЗСС-1-5 на расход газа 5 м³/ч. Зимой для предупреждения замерзания воды затвор заливает незамерзающей жидкостью: растворами этиленгликоля и глицерина.

Метан — бесцветный газ, основной компонент природного газа, входит почти во все составные горючие газы. Для газопламенной обработки металлов его теперь применяют редко. Перевозят метан в стальных баллонах под давлением 150 кгс/см². Баллоны отличаются от кислородных только окраской и левой резьбой штуцера вентиля.

Коксовый газ представляет собой смесь газообразных продуктов: водорода, метана и окиси углерода. Состав газа довольно сильно изменяется в зависимости от сорта коксующего угля и режима коксования. Коксовый газ относительно дешевый и имеется на большинстве металлургических заводов. К рабочим постам его подают по газопроводам под низким давлением (130—150 мм вод. ст.). Для газопламенной обработки применяют коксовый газ, предварительно очищенный от смолистых веществ и сернистых соединений. Его используют преимущественно для кислородной резки металлов.

Керосин — прозрачная бесцветная или желтоватая легко испаряющаяся жидкость, состоящая из смеси углеводородов предельного и непредельного рядов и соединений ароматического ряда.

Для керосино-кислородной сварки, резки и нагрева металла применяют осветительный керосин (ГОСТ 4753—68).

Не рекомендуется применять тракторный керосин, так как в нем содержится больше смолистых веществ, которые при температурах 300—600°С образуют смолообразные соединения. Это вызывает необходимость частой разборки и чистки огневой аппаратуры.

Объем, занимаемый 1 кг керосина при испарении в зависимости от температуры нагрева, определяют по формуле

$$V = V_0 \left[1 + \frac{1}{273} (T - T_1) \right],$$

где V — объем паров керосина при 760 мм рт. ст., дм³; T — температура нагрева паров, °С; T_1 — температура окружающей среды, °С.

Так, например, при $T = 350^\circ \text{C}$

$$V = 110 \left[1 + \frac{1}{273} (350 - 20) \right] = 233 \text{ дм}^3.$$

Температура керосино-кислородного пламени зависит от состава горючего. Ее можно повысить, применив смесь, содержащую 50% керосина и 50% бензина по массе. Такой состав смеси в 2—3 раза увеличит продолжительность работы горелок и резаков до замены в них асбестовых оплеток *

Увеличение содержания керосина или бензина в смеси придает последней физико-химические свойства преобладающего компонента.

При растворении в керосине веществ с высоким содержанием углерода, например 10% нафталина (C_{10}H_8), повышается на 10—15% скорость сварки и улучшается качество наплавленного металла.

Бензин имеет характерный запах, легко испаряется и воспламеняется. Пары бензина устойчивы при нагреве до температуры 500—550°C.

Сорта бензинов отличаются физическими свойствами и степенью токсичности. Чем больше в бензине ароматических углеводородов, тем сильнее его токсичность. По этой причине категорически запрещается применять для сварки и резки этилированный бензин.

Для очистки керосина и бензина от механических примесей (земли, песка и др.) его фильтруют через войлок.

Бачки заполняют в помещениях, безопасных в пожарном отношении.

Кислород при нормальных атмосферном давлении и температуре бесцветен, не имеет запаха и вкуса. Кислород — негорючий газ, но активный окислитель. При температуре 20°C и 760 мм рт. ст. при испарении 1 дм³ жидкого кислорода получают 860 дм³ газа.

Предприятиям, расположенным недалеко от баз снабжения, кислород поставляют в баллонах емкостью 40 л под давлением 150 кгс/см² с содержанием 6 м³ газа.

Баллоны и вентили ремонтируют в специальных мастерских при заводах-наполнителях.

При соприкосновении сжатого газообразного кислорода с минеральными маслами, угольной пылью, ворсин-

* Смесь керосина и бензина применяют только в тех случаях, если это позволяет конструкция горелки или резака и имеется разрешение технической инспекции.

ками органических веществ, жидкими и другими горючими может произойти их самовоспламенение.

Для газовой сварки металла применяют технический кислород двух сортов: (ГОСТ 5583—68): 1-й сорт — концентрация не менее 99,7%; 2-й сорт — не менее 99,5% и 3-й сорт — не менее 99,2% (по объему).

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАМЕНИ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ АЦЕТИЛЕНА

Процесс сгорания заменителей ацетилена (пропана, природного газа, паров жидких горючих и др.) в смеси с технически чистым кислородом по термическим характеристикам существенно отличается от ацетилено-кислородного сварочного пламени. Это объясняется неодинаковой молекулярной структурой, соотношением углерода и водорода, скоростями распространения пламени, количеством продуктов сгорания сравниваемых горючих газов.

Горение смеси горючий газ — кислород происходит в две фазы. Первая фаза — неполное сгорание протекает за счет кислорода, подаваемого в горелку. Вторая фаза — полное сгорание или догорание протекает за счет кислорода окружающего воздуха. В соответствии с этим различают теплоту фазы неполного сгорания и теплоту фазы полного сгорания.

Первой фазе горения соответствует внутренний конус (ядро), примыкающий основанием к выходному соплу мундштука горелки, окруженный тонкой оболочкой светящихся раскаленных частиц углерода, которые образовались в результате распада углеводородного соединения.

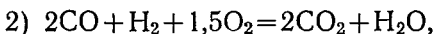
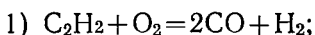
Контур конуса ядра пламени представляет собой поверхность воспламенения и служит началом средней зоны пламени, в пределах которого горючее интенсивно окисляется, превращаясь в смесь продуктов сгорания CO и H_2 . Этот процесс протекает с большой скоростью. Средняя зона не имеет резкой границы и переходит в факел пламени — видимый объем светящихся газов за конусом, в котором CO и H_2 догорают в CO_2 и H_2O преимущественно.

ственно за счет кислорода воздуха. Вокруг факела пламени образуется оболочка из углекислого газа и перегретого водяного пара.

Величина и форма конуса (ядра) пламени зависят от температуры воспламенения газовой смеси. Чем выше температура воспламенения, тем длиннее конус пламени. Ацетилен воспламеняется при температуре 250°C , заменители ацетилена — при $550\text{—}650^{\circ}\text{C}$, поэтому при одинаковом отношении скоростей истечения и горения ядро пламени у заменителей ацетилена длиннее, чем у ацетилена.

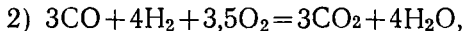
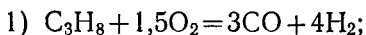
Теоретически количество кислорода, необходимого для полного сгорания горючего по фазам горения, определяется следующими реакциями:

Ацетилен



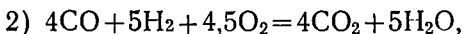
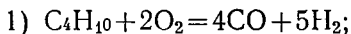
или на 1 объем ацетилена требуется 2,5 объема кислорода.

Пропан



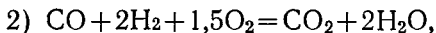
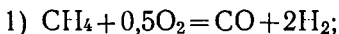
на 1 объем пропана требуется 5 объемов кислорода.

Бутан



на 1 объем бутана требуется 6,5 объемов кислорода.

Природный газ



на 1 объем метана требуется 2 объема кислорода.

При сгорании 1 кг бензина следует затратить $2,6 \text{ м}^3$, а для 1 кг керосина — $2,55 \text{ м}^3$ кислорода.

Качественные характеристики каждой фазы горения неодинаковы для ацетилена и других углеводородов. Количество теплоты от необратимых реакций первой и второй фаз для пропана составляет $16,7\%$, а для ацетилена — $35,5\%$.

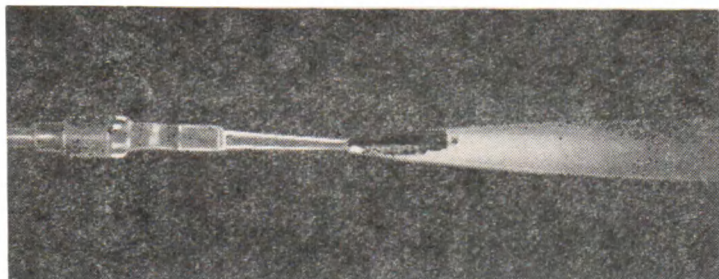


Рис. 1. Внешний вид пропано-кислородного пламени с предварительным подогревом

Окисление водорода и окиси углерода заканчивается в факеле пламени, значительное количество выделяемой теплоты уносится с продуктами сгорания, объем которых у пропано-кислородного пламени в 2,3 раза больше, чем у ацетилено-кислородного.

Известен ряд способов повышения тепловой эффективности пламени газов — заменителей ацетилена. Наиболее просто повысить температуру пламени (на 100—200° С) путем увеличения в смеси газов количества кислорода. Однако пламя становится окислительным. Для многих процессов, например для кислородной резки, поверхностной закалки и других, это не вызывает осложнений, но для ряда процессов сварки окислительное пламя неприемлемо или требуются особые меры защиты сварочной ванны от окисления.

Другой способ повышения тепловой эффективности нагрева — разделение потока газов пламени на несколько отдельных струй меньшего диаметра, применяемый в сетчатых мундштуках с коническим расположением выходных отверстий. Это способствует более быстрому прогреву газовой смеси перед воспламенением. В результате пламя укорачивается и повышается интенсивность нагрева, но увеличивается зона нагрева металла.

Большое внимание в последнее время уделяется предварительному подогреву газов. Можно нагревать один из газов или оба до смешения, а также газовую смесь. При применении любого из способов нагрева газов температура газовой смеси при истечении из сопла может быть повышена до 250—350° С. Вследствии этого струя газов воспламеняется быстрее и на более коротком участке, конус пламени укорачивается (рис. 1) и приобретает

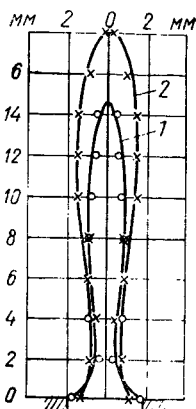


Рис. 2. Форма ядра пропано-кислородного пламени:

1—с предварительным подогревом; 2—без подогрева

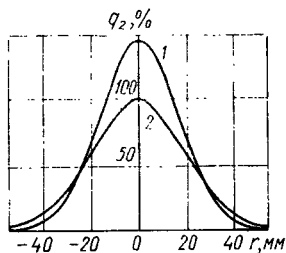


Рис. 3. Распределение удельного теплового потока пропано-кислородного пламени:

1—с предварительным подогревом; 2—без подогрева

более резкое очертание, цвет пламени становится голубым, общий объем пламени уменьшается на 20—30% (рис. 2). Наибольший удельный тепловой поток по оси перемещения пламени горелки увеличивается (рис. 3), что позволяет использовать такое пламя для сварки стали.

Повысить температуру пламени газов—заменителей ацетилена можно и путем добавки к метану или пропану ацетилена в количестве свыше 30%. Таким пламенем можно сваривать стальные детали толщиной до 6 мм, а также детали из чугуна и цветных сплавов. Небольшие добавки ацетилена не повышают термических характеристик пламени.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГАЗОПЛАМЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Организация рабочего места сварщика. Сварочный пост сварщика располагают в помещении с высотой не менее 3,25 м на площади не менее 4 м². Помещение должно соответствовать категории производства группы Г, иметь IV степень огнестойкости по II-A 5—62 СНиП (строительные нормы и проектирование). На рабочем

месте сварщика должны находиться сварочный стол, вентиляция с местным отсосом воздуха в количестве 1700—2500 м³/ч, настенная полка для мелкого инструмента, стеллаж с приспособлениями, огнетушитель, ящик с песком для медленного охлаждения заваренных деталей и ящик для хранения огневой аппаратуры и сварочных материалов.

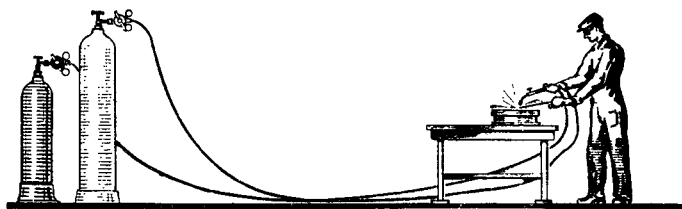
На стационарных рабочих местах газосварщиков и резчиков должен быть установлен экономизатор или стойка с крючком для подвески потушенных горелок и резачков во время перерывов в работе. Вся газосварочная аппаратура должна быть закреплена за определенными рабочими. При работе с пропаном у рабочего места следует дополнительно иметь вентиляцию с нижним отсосом воздуха, предупреждающую образование взрывоопасных концентраций пропана с воздухом при возможной его утечке. Размещать сварочный пост в подвальных помещениях запрещено, не рекомендуется организовывать посты на втором и более высоких этажах зданий.

При выполнении работ по сварке крупногабаритных чугунных изделий (блоков двигателей автомобилей, тракторов и др.) площадь рабочего места должна быть не менее 8—10 м².

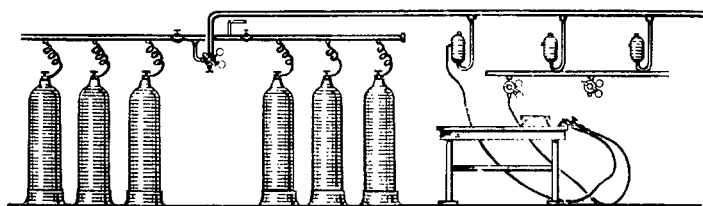
Для защиты сварщика от воздействия теплоты нагретой детали (при сварке крупных изделий) применяют теплоизолирующие устройства из листового асбеста, экранирующие щиты и т. д. Схема газопитания сварочного поста зависит от горючего газа и принципа работы аппаратуры.

При работе с пропаном посты могут быть оборудованы по следующим схемам (рис. 4, а — в). В стационарных условиях баллоны с кислородом, горючими газами устанавливают вне помещения в отдельных металлических шкафах, имеющих отверстия для естественной вентиляции. Минимальное расстояние между шкафами 150 мм. При оборудовании индивидуального сварочного поста баллоны в процессе работы могут находиться в помещении, но ежедневно по окончании сварки или резки их следует выносить и хранить в отведенном пожаробезопасном месте.

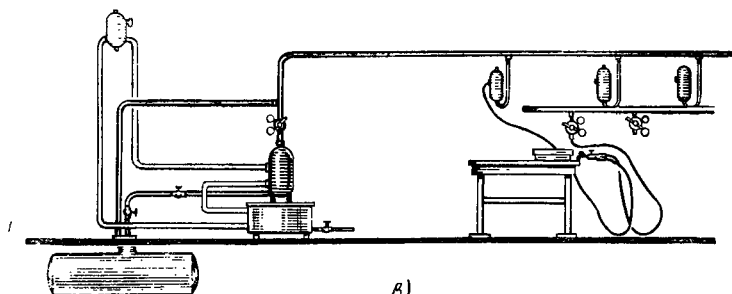
Баллоны устанавливают в стойках в вертикальном положении и прочно прикрепляют хомутами или цепями. Баллоны должны находиться от горелки и резачка на расстоянии не менее 5 м, а от отопительных батарей и



а)



б)



в)

Рис. 4. Схема газопитания сварочного поста сжиженным газом:

а—от индивидуальных баллонов, б—от распределительной рампы; в—централизованно от стационарной емкости

электропроводки — не менее 1 м. Если пламя горелки и поток искр при резке металла направлены в сторону баллонов, это расстояние удваивают или ставят перед баллонами металлические щиты.

Оборудование. Сварочный пост для керосино-кислородной сварки или резки включает кислородный баллон, редуктор, рукава, горелку или резак и бачок. Бачок с жидким горючим должен находиться на расстоянии не менее 5 м от баллона с кислородом, и не ближе 3 м от рабочего места сварщика.

Бачок (рис. 5) предназначен для питания горелки или резака жидким горючим. Его емкость 6,5 л, он состоит из корпуса 1, воздушного насоса 2, запорного вентиля с маховичком 3, спусковой пробкой и штуцером 4 для присоединения рукава подачи горючего. В верхний штуцер вентиля ввернут манометр для измерения давления в бачке. Горючее поступает из бачка 6 к горелке по рукаву под давлением 1,5—3 кгс/см², создаваемым ручным воздушным насосом. При отборе горючего давление в бачке падает, поэтому насосом необходимо периодически подкачивать в него воздух. Бачок заполняют горючим на $\frac{3}{4}$ полезной емкости через штуцер 5, вваренный в его верхнюю крышку. В стационарных условиях для подачи в горелку горючего целесообразно использовать стационарные центральные бачки, в которые подводят сжатый воздух или азот под давлением 3 кгс/см². Для поддержания такого давления к баллону или воздушной сети присоединяют сетевой или баллонный регулятор давления газа.

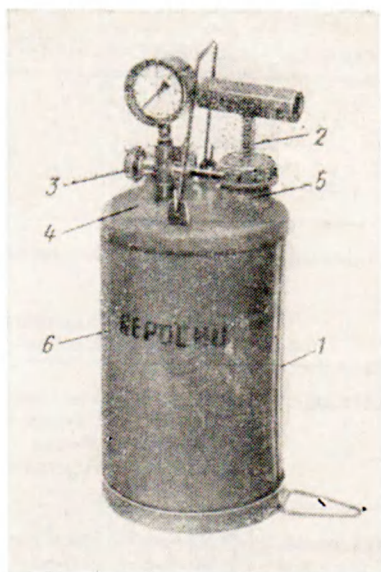


Рис. 5. Бач для горючего

Редукторы предназначены для понижения давления газов, отбираемых от сети или баллонов и поддержания их постоянными по величине независимо от изменения давления газов до редукторов.

Редукторы классифицируют по пропускной способности и рабочему давлению: на баллонные, постовые и рамповые (центральные); по принципу действия — прямого и обратного действия; по конструкции — безрычажные и рычажные; по числу камер редуцирования — однокамерные и двухкамерные; по роду редуцируемого газа — кислородные, ацетиленовые, водородные, пропановые, метановые и др.; по давлению газа перед редуктором —

Таблица 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕДУКТОРОВ ДЛЯ СЖАТЫХ ГАЗОВ

Редуктор		Редуцируемый газ	Давление газа, кгс/см ²		Наибольший расход газа, м ³ /ч
тип	марка		наибольшее	рабочее	
Рамповый	ДКР-250	Кислород	200	3,0—16,0	250
	ДКР-500	"	200	3,0—16,0	500
	KPP-61	"	150	3,0—20,0	250
	ДАР-1-61	Ацетилен	30	0,2—1,0	15
	ДПР-1-64	Пропан—бутан	25	0,2—3,0	25
Сетевой	ДКС-1-66	Кислород	16	0,1—5,0	20
	ДПС-66	Пропан—бутан	3	0,2—1,5	6
	ДМС-66	Метан	3	0,2—1,5	35
	ДАС-66	Ацетилен	1,2	0,1—1,0	10
Баллонный постовой	ДКП-1-65	Кислород	200	1,0—1,5	60
	ДКД-8-65	"	200	0,5—8,0	25
	ДАП-1-69	Ацетилен	30	0,1—1,2	5
	ДПП-1-65	Пропан—бутан	25	0,1—3,0	5

высокого (до 150 кгс/см²) и среднего (15—20 кгс/см²) давления (табл. 3).

Для редуцирования пропана можно использовать редуктор, предназначенный для бытового потребления сжиженных газов с пропускной способностью не менее 1,25 м³/ч, например редуктор РКД-00 или редуктор «Балтика». Кроме того, разрешается применять водородный редуктор или переделывать ацетиленовый, заменив в нем штуцер, ниппель, прокладку и накидную гайку деталями, показанными на рис. 6. Редуктор, применяемый для работы с пропаном, должен быть окрашен в красный цвет.

Резиновые рукава для газовой сварки и резки металлов по ГОСТ 9356—60 изготовляют следующих трех типов: I—для подачи ацетилена и городского газа на рабочее давление не более 6 кгс/см²;

II—для подачи жидкого топлива (бензина, керосина) на рабочее давление не более 6 кгс/см²; III—для подачи кислорода на рабочее давление не более 15 кгс/см². Рукава выпускают с внутренним диаметром 6; 9; 12 и 16 мм и длиной 10 и 14 м или кратной длины.

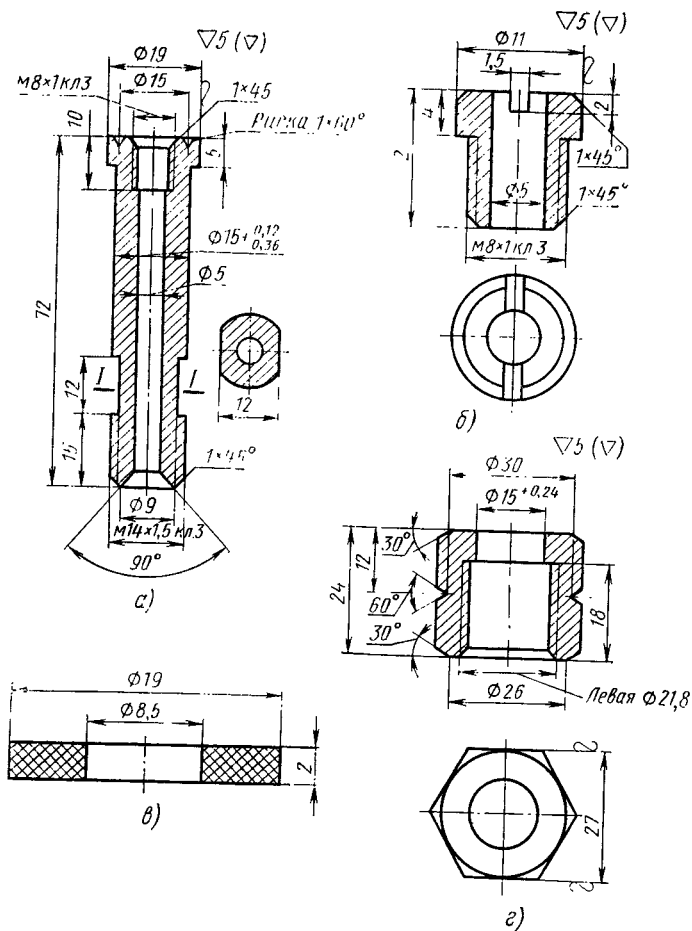


Рис. 6. Детали для переделки ацетиленового редуктора на пропановый:

а—входной штуцер (латунь); б—ниппель (латунь); в—прокладка (фибра); г—накладная гайка (латунь)

Для подачи горючего не разрешается пользоваться рукавами без тканевых прокладок. Новые рукава перед применением необходимо продуть, чтобы удалить имеющийся в них тальк, который может забить проходные каналы горелки и резака.

Рукава подвергают гидравлическим испытаниям; кислородные на давление 20 кгс/см², горючего газа —

5 кгс/см². Длина каждого рукава допускается в пределах 8—20 м, чтобы сварщик мог свободно работать. Для присоединения рукавов необходимо применять только соответствующие ниппели, причем каждое место присоединения рукава к ниппелю следует укреплять хомутиком. Укрепление рукава проволокой нежелательно, так как со временем такой рукав может быть прорезан этой проволокой. Рукава должны быть защищены от воздействия пламени и от соприкосновения с нагретыми изделиями.

Повреждение рукава, например из-за обгорания, прокола и т. п. может привести к несчастному случаю — возникновению пожара, взрыву или разрыву рукава. Поэтому при выполнении работ на монтаже, в помещениях и других местах необходимо обращать внимание на то, чтобы сварочные рукава были ограждены от повреждений, а также не были скручены и сплющены.

Поврежденные части рукавов необходимо вырезать, а концы соединять шланговыми двусторонними ниппелями. Ремонт рукавов с помощью изоляционной ленты не допускается. Во избежание несчастных случаев горелку (резак) и рукава следует навешивать на соответствующие крючья, а не на регуляторы давления на баллонах. Для предохранения трубопроводов пропана, природного и городского газов от проникновения в них кислорода или воздуха при неисправной огневой аппаратуре допускается устанавливать вместо водяных затворов *обратные клапаны ЛЗС-1-67 и ЛЗС-2-67*, а для предохранения трубопроводов, по которым подают эти газы, — клапан ЛЗС-3-67 (табл. 4)

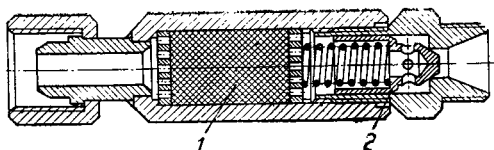
Таблица 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБРАТНЫХ КЛАПАНОВ

Показатели	ЛЗС-1-67	ЛЗС-2-67	ЛЗС-3-67
Пропускная способность, м ³ /ч	5—10	5	40
Давление газа, кгс/см ² . .	0,05—3	До 3	0,05—3
Сопротивление потоку газа, кгс/см ²	0,1	≥ 0,025	≥ 0,025
Габаритные размеры, мм (диаметр, высота) . . .	45×160	36×82	160×180

Для предохранения кислородного рукава в аппаратуре, работающей на жидком горючем, от его разрыва и

Рис. 7. Клапан ЛКО-1-56 от обратных ударов пламени



загорания при обратном ударе пламени следует применять клапан ЛКО-1-56 (рис. 7), присоединяемый к кислородному штуцеру керосинореза. Он состоит из огнепреградителя 1 — цилиндрической вставки из мелкой латунной сетки, которая имеет назначение при обратном ударе охладить и потушить опережающую ударную волну фронт пламени, обратного клапана 2, который от воздействия взрывной волны закрывается и препятствует прохождению газа в обоих направлениях.

При эксплуатации клапана следует помнить, что в собранном виде он не обеспечивает герметичности уплотнения между конусом клапана и седлом с противоположной стороны входа газа. Уплотнение происходит только во время обратного удара пламени. Для сохранения рабочего состояния клапана необходимо, чтобы его поверхности уплотнения и направляющие были чистыми, без царапин и заусениц, иначе работа клапана нарушится и взрывная волна проникнет в кислородный шланг.

Экономизатор ЭГА-2 (рис. 8) представляет собой прибор клапанного типа для прекращения подачи газов в сварочную горелку при кратковременных перерывах ее работы без нарушения регулировки пламени. Его закрепляют на сварочном посту или на рабочем столе сварщи-

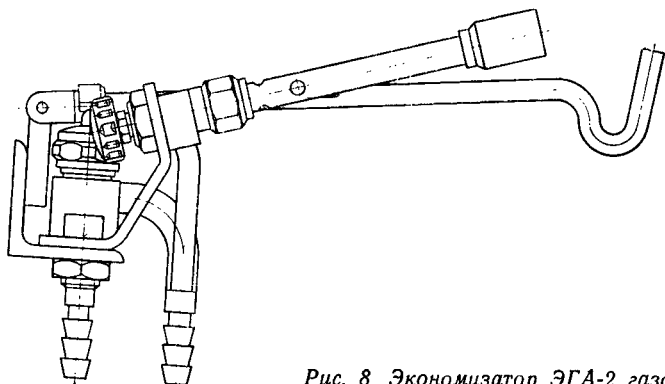


Рис. 8. Экономизатор ЭГА-2 газовый с автономным питанием

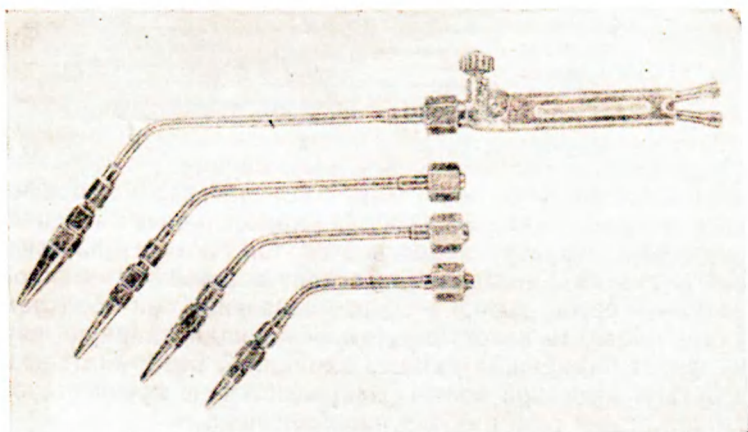


Рис. 9. Пропано-кислородная горелка ГЗУ-2-62

ка. Пламя горелки гасят, помещая ее в вилке рычага экономизатора. Для возобновления работы сварщик снимает горелку с рычага и поджигает вытекающую горючую смесь от пламени дежурной горелки. Дежурная горелка выполнена в двух модификациях: для работы на природном газе и пропане и для работы на ацетилене. Питание горелки горючим газом осуществляется по отдельной газовой подводке. Конструкция экономизатора обеспечивает работу газовой аппаратуры с расходами газов: до 3,2 ацетилена; до 6,0 природного газа; до 1,7 пропана; до 6,0 кислорода; до 60 м³/ч воздуха при давлении не ниже 0,01—0,05 кгс/см². Расход газа на дежурное пламя составляет: ацетилена — 10 л/ч, пропана и природного газа 20 л/ч. Масса экономизатора 2,15 кг.

Горелки ГЗУ-2-62 (рис. 9) и ГЗМ-2-62, предназначенные для газовой сварки стали, чугуна, цветных металлов, наплавки, пайки и нагрева заменителями ацетилена, горелки выполнены на базе ацетилено-кислородных горелок «Звезда» и «Звездочка».

Горелки ГЗУ-2-62-1 и ГЗМ-2-62 имеют по четыре сменных наконечника. В каждом наконечнике между мунштуками и трубкой установлены подогревающие камеры, обеспечивающие предварительный нагрев горючей смеси до температуры 300—350° С. Сопла в подогревающих камерах расположены симметрично основному потоку газовой смеси и направлены в сторону пламени. Они изготов-

лены ступенчатыми с определенным горловым сечением и длиной для устойчивого горения подогревающего пламени. Горелка может работать на метане, городском и природном газе при низком и среднем давлениях.

При работе горелки кислород из шланга через регулировочный вентиль поступает в инжектор. Вытекая из инжектора с большой скоростью, поток кислорода создает в каналах горючего газа разрежение, обеспечивающее подсос определенного количества пропана в смесительную камеру. Полученная смесь направляется в трубку наконечника, где часть ее (10%) поступает в подогреватель, а остальная часть — в мундштук.

Горелка ГЗУ-2-62-II с сетчатыми мундштуками предназначена для сварки чугуна и цветных сплавов, наплавки, нагрева и правки металла. Для выполнения этих работ также могут быть применены ацетиленокислородные сварочные горелки «Звезда» и «Звездочка» или ГС-2 и ГС-3 при условии увеличения в них проходных сечений каналов инжектора, смесительной камеры и мундштуков в соответствии с необходимыми расходами горючего газа и кислорода и с учетом допустимой скорости истечения горючей смеси из мундштука. В этих горелках расходы газов—заменителей ацетилена устанавливают по коэффициенту замены ацетилена при оптимальном отношении газов в горючей смеси, при котором обеспечивается одинаковая тепловая эффективность пламени (табл. 5).

Таблица 5

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАМЕНЫ АЦЕТИЛЕНА
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГАЗОВ

Горючее	Коэффициент замены ацетилена	Отношение кислорода к горючему при нормальном пламени, β	Средняя скорость истечения смеси из мундштука, м/с
Ацетилен	1,0	1,1	80—140
Водород	5,2	0,3	100—180
Метан или природный газ	1,8	1,5	40—70
Пропан	0,6	3,5	25—45
Городской газ	2,0	1,3	50—70

Из табл. 6 следует, что для получения эквивалентной тепловой мощности пламени необходимо в 1,8 раза большее количество природного газа и в 1,5 раза кислорода.

Используя пропан, эквивалентной тепловой мощности пламени достигают при значительно меньших его расходах, чем ацетилена, но в 2 раза большем расходе кислорода.

Чтобы получить тепловую мощность пламени газа-заменителя, эквивалентную тепловой мощности пламени ацетилено-кислородных горелок без их переделок, следует в наконечник на два-три номера больший ввернуть инжектор и навернуть мундштук (табл. 6).

Таблица 6

КОМПЛЕКТОВКА НАКОНЕЧНИКА ГОРЕЛКИ ДЛЯ РАБОТЫ
НА РАЗЛИЧНЫХ ГОРЮЧИХ ГАЗАХ

Ацетилен	Метан или природный газ			Пропан			Городской газ	
	№ инжектора	№ мундштука	№ инжектора	№ мундштука	№ смесительной камеры	№ инжектора	№ мундштука	№ смесительной камеры
1	2	3	—	4	4	3	3	3
2	4	5	4	5	5	4	5	5
3	5	6	5	6	5—6	5	6	6
4	6	7	6	7	7	6	7	7
5	7	—	7	—	7	7	—	—

Мундштуки с диаметром сопла более 3,2 мм применять нежелательно, так как пламя у них горит неустойчиво и имеет тупое размытое ядро. Сосредоточенность и температуру пламени можно повысить путем утопления основания ядра пламени в тело мундштука на определенную глубину, что достигается ступенчатым рассверливанием выходного канала сопла на глубину до 0,5 его диаметра, сверлом диаметром на 2 мм больше диаметра сопла. Разновидностью смещения основания ядра пламени в тело мундштука является изготовление выходного сопла мундштука в виде расширяющегося под углом 35° конуса глубиной до 3 мм. Это позволяет рационально использовать теплоту, выделяемую от ядра пламени, для самонагрева мундштука и работать на высоких скоростях истечения горючих газов.

Горелка ГС-4П (рис. 10) предназначена для газопламенной обработки крупногабаритных изделий, заварки толстостенного чугунного литья и для работы в тяжелых

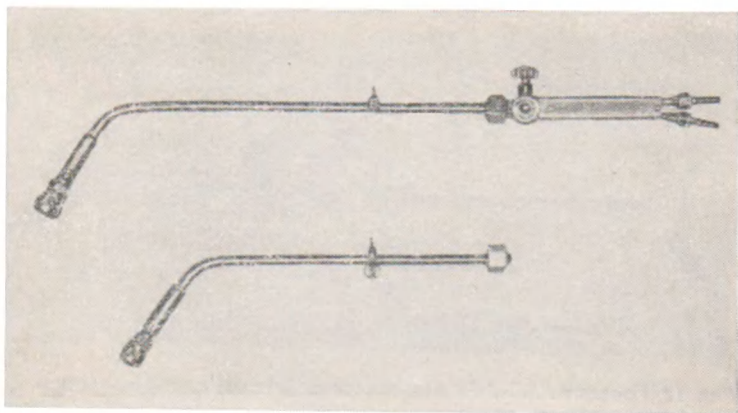


Рис. 10. Пропано-кислородная горелка ГС-4П большой мощности

условиях нагрева, например, при выдавливании сферических днищ и корпусов и т. п. Отличительная особенность горелки — расположение инжектора и смесительной камеры непосредственно у мундштука и отдельная подача газов к смесителю по двум трубкам, вставленным одна в другую. Такая компоновка горелки делает ее более безопасной в работе и малочувствительной к перегреву.

Горелку комплектуют двумя наконечниками с сетчатыми мундштуками с расходом горючего газа (пропана) 1700—2700 л/ч. Для работы на ацетилене в ней необходимо заменить сетчатые мундштуки односплошными и установить другие инжектор и смесительную камеру. Горелка может работать на метане, природном и городском газе. Для облегчения работы на трубке наконечника горелки имеется кольцо, за которое ее можно подвешивать.

Керосино-кислородную горелку ГҚР-67 (рис. 11) рекомендуют для сварки, наплавки и пайки черных и цвет-

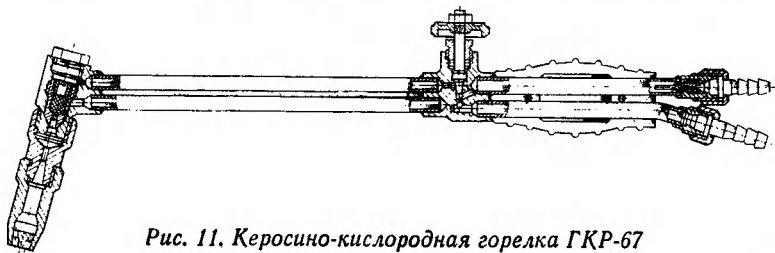


Рис. 11. Керосино-кислородная горелка ГҚР-67

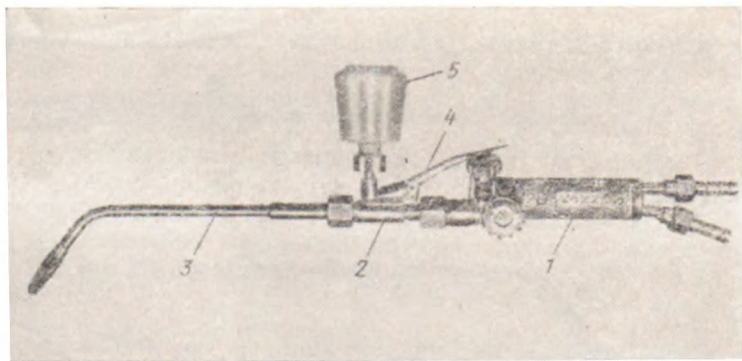


Рис. 12. Горелка ГАЛ-2-68 для наплавки деталей самофлюсующимися порошковыми сплавами

ных металлов. Она не имеет асбестовой оплетки, испарителя и подогревающего сопла. В ней очень мало разъемных соединений, вследствие чего она надежно работает и при резких колебаниях температуры. В горелке жидкое горючее распыливается кислородом и поддерживается заданное соотношение горючего и кислорода при непрерывной их подаче. Испарение жидкого горючего происходит в мундштуке и в выходных каналах сопел в результате нагрева мундштука теплотой, выделяемой ядрами пламени, утопленными в его тело.

Чем глубже рассверлены отверстия, тем сильнее нагревается мундштук, и наоборот, чем меньше глубина сверления, тем слабее нагрев. Мундштуки для керосина должны быть рассверлены на большую глубину, чем мундштуки для бензина, так как бензин испаряется при более низкой температуре, чем керосин.

Горелка ГАЛ-2-68 (рис. 12) предназначена для ручной тонкослойной порошковой наплавки самофлюсующимися твердыми сплавами новых и восстановления изношенных деталей машин и механизмов.

Горелка работает по схеме двухступенчатой инъекции, обеспечивающей работу на ацетилене и пропане и надежную защиту порошкового бункера от обратного удара пламени. Она состоит из ствола 1 горелки «Звезда», инжекционно-смесительного узла 2, наконечника 3, пускового механизма 4 и бункера 5 для порошка емкостью 500 г. Порошок в зону наплавки подается через пламя нажатием на рычаг пускового механизма. Макси-

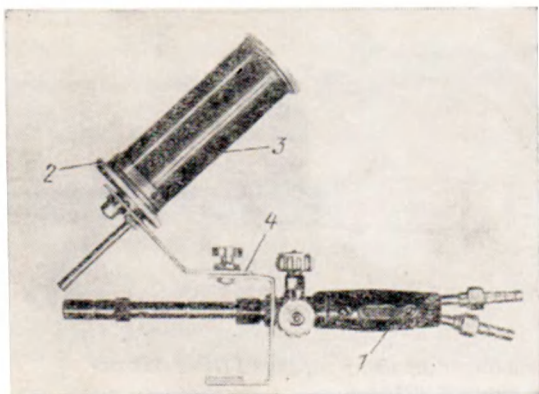


Рис. 13. Горелка ГАЛ-6 для наплавки самофлюсующимися порошковыми сплавами

мальный расход порошка 60 г/мин. Горелку комплектуют тремя наконечниками № 3, 4, 6, эквивалентными по мощности наконечникам тех же номеров для ацетиленокислородной горелки «Звезда».

Горелка ГАЛ-6 (рис. 13) предназначена преимущественно для газопорошковой наплавки твердыми сплавами деталей тел вращения, с получением гладких и стабильных по толщине покрытий. Производительность по расходу порошка составляет 2—10 кг/ч. Горелка состоит из ствола 1 ацетиленокислородной горелки ГС-3, двух укороченных наконечников с сетчатыми мундштуками, устройства 2, дозирующего подачу порошка, бункера 3 и крепления 4. Порошок из наклонного бункера попадает в зону пламени за счет сыпучести и силы веса.

Горелка ГПО-2 (рис. 14) предназначена для пламенной очистки от ржавчины и старой краски поверхностей металлоконструкций при толщине выше 6 мм.

Горелка инжекторного типа выполнена на базе горелки ГС-4П, комплектуется двумя сменными мундштуками № 1 и № 2 с коническим расширением сопла на выходе с шириной полосы, обрабатываемой за один проход, 100 и 200 мм. Горелка нормально работает при давлении кислорода 2—5 кгс/см², пропана — 0,35 кгс/см² и расходах кислорода 1,9—10 м³/ч и пропана 0,5—2,5 м³/ч. Мундштуки горелок снабжены упорами из коррозионностойкой стали, которые поддерживают заданное расстояние

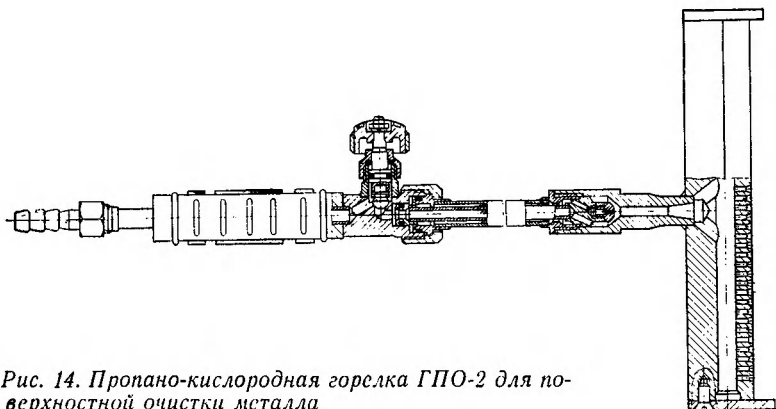


Рис. 14. Пропано-кислородная горелка ГПО-2 для поверхностной очистки металла

между ядрами пламени и обрабатываемой поверхностью металла.

Перенесение узла смешения газов (смесительной камеры и инжектора) непосредственно к мундштуку обеспечивает более устойчивое горение пламени, надежную и безопасную работу горелки. Кислород, вытекая из сопла инжектора, увлекает за собой определенное количество пропана в смесительную камеру, где происходит их смешение. Образовавшаяся в смесительной камере горючая смесь поступает в газовые каналы мундштука и сгорает на выходе из сопел, образуя ровные концентрированные ядра пламени.

Горелка ГВП-2 (рис. 15) рекомендуется для пропановоздушной пайки деталей из стали и цветных сплавов с толщиной стенки до 1,5 мм припоями с температурой плавления до 700° С и деталей с толщиной стенки до 6 мм оловянносвинцовыми припоями.

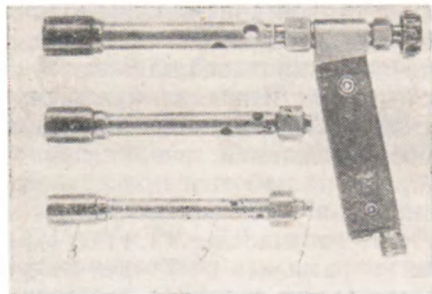


Рис. 15. Пропано-воздушная горелка ГВП-2 с инжекцией воздуха из атмосферы:

1—инжектор; 2—смесительная трубка; 3—стабилизатор пламени

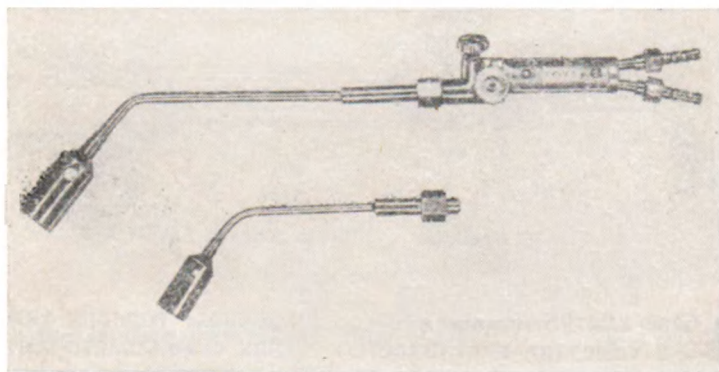


Рис. 16. Пропано-воздушная горелка ГВП-3

Горелка состоит из корпуса с регулировочным вентилем и трех наконечников. В каждом наконечнике имеется инжектор 1, смешительная трубка 2 и стабилизатор 3 пламени, обеспечивающие расход пропана соответственно 60; 200 и 300 л/ч. Питание горелки горючим газом осуществляется от пропанового баллона емкостью 40 л через редуктор типа ДПП-1-65 при давлении 1,5 кгс/см². Пропан вытекает из сопла инжектора под давлением и инжектирует через боковые отверстия смешительной трубки воздух из атмосферы.

В сопловой части наконечника горючая смесь разделяется на два потока. Один вытекает через центральное сопло; другой, меньший, через отверстия, расположенные в конфузоре сопла, — в цилиндрический стабилизатор. При зажигании горючей смеси она сгорает в виде конического ярко очерченного факела, окруженного в основании факелами поджигающих пламен, которые обеспечивают устойчивое горение при повышенных скоростях истечения смеси из сопла наконечника. Длина видимого ядра пламени у каждого наконечника равна 7—8 диаметрам его сопла. Максимальная температура пламени достигается в конце вершины ядра и составляет 1560—1600° С.

Горелка ГВП-3 (рис. 16) предназначена для ручной и механизированной пайки низкотемпературными припоями деталей с толщиной стенки до 30 мм и высокотемпературными припоями с температурой плавления до 700° С деталей с толщиной стенки до 3 мм. Горелка выполнена

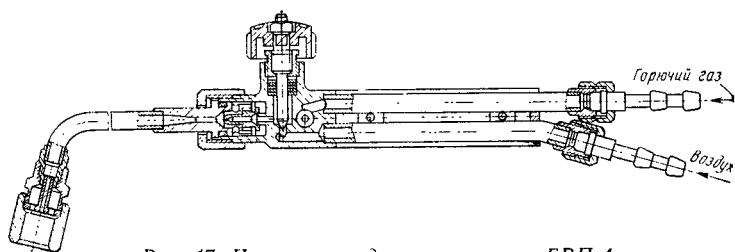


Рис. 17. Пропано-воздушная горелка ГВП-4

на базе ацетиленокислородной сварочной горелки типа ГС-3 и «Звезда» и отличается от них стабилизаторами, установленными на трубке наконечников взамен сварочных мундштуков, и увеличенными проходными сечениями в инжекторах и смесительных камерах.

При истечении горючей смеси из ниппеля трубки наконечника в стабилизатор давление потока в нем резко падает, а кинетическая энергия струи увеличивается, что создает условия для инжектирования через боковые отверстия стабилизатора воздуха из атмосферы. Благодаря этому уменьшается количество подаваемого от компрессора первичного воздуха и повышается стойкость стенок стабилизатора к прогоранию. При зажигании горючей смеси фронт пламени смещается частично в полость стабилизатора, образуя развитый очаг устойчивого воспламенения. Горелку комплектуют двумя наконечниками с расходом пропана 300—1500 л/ч и природного газа 500—2500 л/ч при давлении газов не ниже 0,01 кгс/см². Давление воздуха составляет 1—5 кгс/см². Максимальная температура пламени не превышает 1600°С и достигается в конце вершины ядра. Длина видимого ядра пламени составляет один-два диаметра стабилизатора.

Горелку ГВП-4 (рис. 17) применяют для пайки низкотемпературными припоями деталей с толщиной стенки до 6 мм и высокотемпературными припоями с температурой плавления до 800°С деталей с толщиной стенки до 2 мм. Горелка выполнена на базе ацетиленокислородной горелки «Звездочка». Мундштучная часть наконечника имеет сопло, переходник и экран, которые обеспечивают получение островитянутого ядра пламени, удобного для пайки тонкостенных деталей (0,2—0,6 мм).

Горелку комплектуют двумя наконечниками с расходами пропана 30—200 л/ч, природного газа 75—500 л/ч.

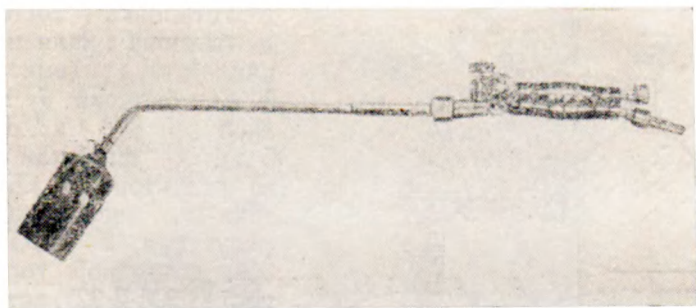


Рис. 18. Пропано-воздушная горелка ГВПН-1

Горелка нормально работает при давлении горючего газа не ниже $0,01 \text{ кгс/см}^2$ и воздуха $1\text{—}5 \text{ кгс/см}^2$.

Горелку ГВПН-1 (рис. 18) применяют для нагрева трубопроводов, тубингов и других изделий под покрытие их битумом, а также для предварительного низкотемпературного (до 200°C) нагрева элементов стыковых соединений под сварку.

Горелка имеет ствол горелки ГС-3 (наконечник № 7) и полый цилиндрический стабилизатор с рассекателем, установленный на штуцер трубки наконечника вместо сварочного мундштука. Горючий газ (пропан) из баллона через регулятор давления по шлангу подводят к регулировочному вентилю горелки и далее по трубке к рассекателю и в стабилизатор с отверстиями, через которые воздух инжектируется из атмосферы.

Подожженная горючая смесь частично сгорает в объеме стабилизатора с коэффициентом избытка воздуха, равным $0,6\text{—}0,7$. При работе горелки стенки стабилизатора нагреваются до температуры $500\text{—}600^\circ \text{C}$. Это интенсифицирует горение потока в пограничном слое и, соответственно, повышает скорость движения продуктов горения и расширяет пределы регулирования мощности пламени горелки. Горелка нормально работает при давлении пропана $1\text{—}1,5 \text{ кгс/см}^2$ и его расходе $1\text{—}1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Установку ПГУ-3 (рис. 19) применяют при ремонте в полевых условиях авто- и сельскохозяйственных машин, при работе на высотных объектах и в труднодоступных местах, на кратковременных аварийных и сантехнических работах, электромонтаже, а также в передвижных ремонтных мастерских. Установка может быть использована также как пособие при обучении газосварщиков.

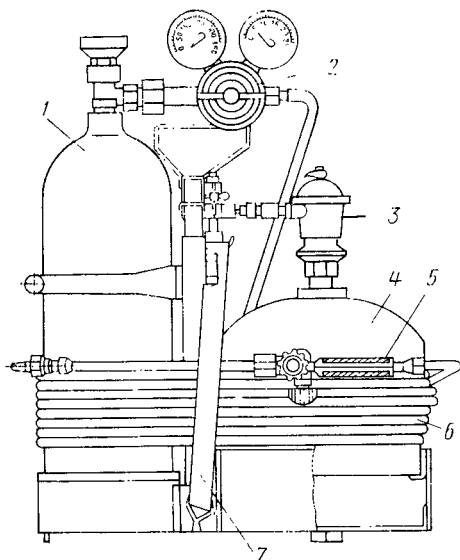


Рис. 19. Установка ПГУ-3

Установка состоит из баллона 4 для пропана-бутана (емкость 5 л), баллона 1 для кислорода (емкость 5 л), пропан-бутанового редуктора 3 «Балтика-1», кислородного редуктора 2 (ДКП-1-65), сварочной горелки 5 (ГЗМ-2-62), вставного резака (РГМ-70), рукава 6 для кислорода и пропан-бутана и каркаса 7 для размещения узлов установки. Масса установки 22 кг. Емкость используемых баллонов обеспечивает непрерывную подачу пропана при сварке в течение 8 ч,

при резке — 5 ч, кислорода — при сварке 2 ч, при резке 15 мин. Продолжительность процессов рассчитана из условий сварки низкоуглеродистой стали толщиной 1—2 мм и резки этой стали толщиной 10—12 мм.

Горелка ГВО-1 (рис. 20) предназначена для оттаивания мерзлого грунта с глубиной промерзания до 1,5 м, в строительстве при забивке коротких свай под фундаменты. Горелка работает на пропане, подаваемом из баллона емкостью 40 л под давлением 1,5 кгс/см². Часовой расход пропана не превышает 40 л.

Горелка состоит из корпуса с запорным вентилем и наконечника, прикрепляемого к корпусу через переходник. Пропан, вытекая из инжектора в наконечник, инжектирует воздух из атмосферы через отверстия в переходнике. Для регулирования поступления воздуха в наконечник и исключения гашения пламени ветром переходник имеет регулировочную гайку. В наконечнике на выходе горючей смеси установлен стабилизатор пламени. К стабилизатору приварены ребра для центровки наконечника горелки в трубе. Глубину погружения пламени горелки регулируют втулкой, которая также служит для выхода продуктов горения пропан-воздушной смеси

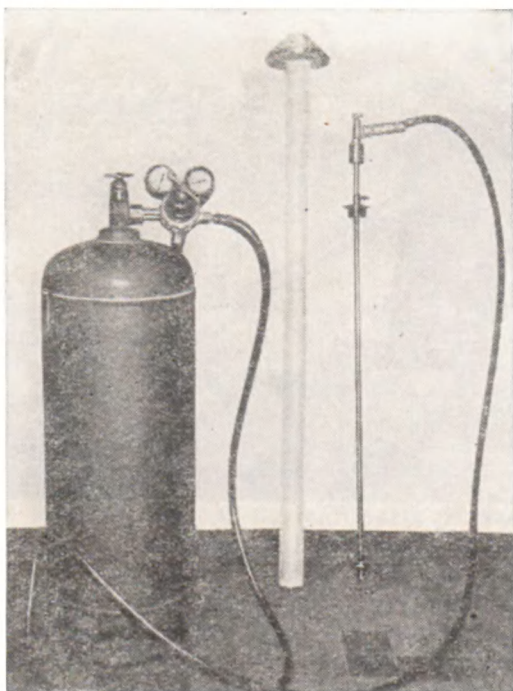


Рис. 20. Пропано-воздушная горелка ГВО-1

в атмосферу. Вверху на корпусе трубки установлены конический экран для направления продуктов горения на наружную поверхность оттаиваемого грунта и опорный диск. Масса горелки 1,2 кг. Горелку устанавливают в шпур диаметром 80—100 мм и глубиной 1,5 м. Зона оттаивания диаметром 40 см на полную глубину достигается через 7—10 ч.

Горелка ГВПЛ-1 (рис. 21) с инъекцией воздуха из атмосферы и шириной фронта пламени до 1200 мм предназначена для оплавления поверхности покровного битумного рулонного материала на стекловолоконистой основе при устройстве гидроизоляции транспортных и других сооружений без применения приклеивающих мастик. Горелку также можно использовать при низкотемпературном нагреве металла и при сушке помещений на новостройках.

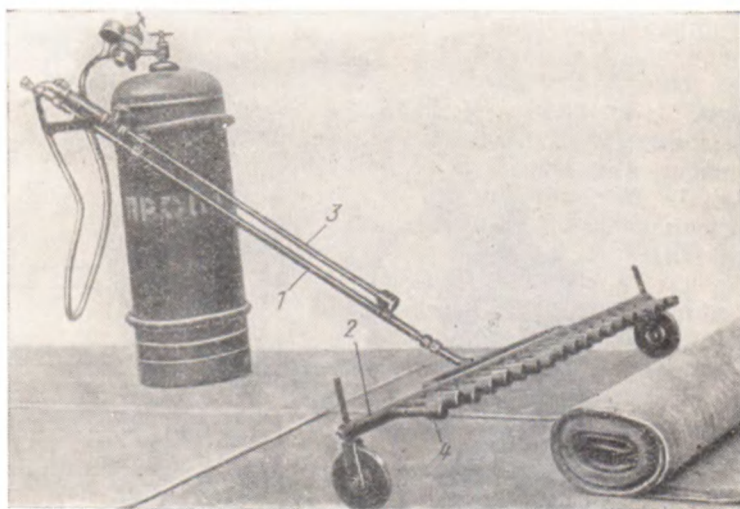


Рис. 21. Пропано-воздушная горелка ГВПЛ-1

Горелка состоит из ствола 1 с запорным вентилем, распределительного коллектора 2, запальной горелки 3, нагревательных элементов 4, расположенных на определенном расстоянии друг от друга и опорных колес. Горелка работает на давлении пропана $0,1—0,5 \text{ кгс/см}^2$, что соответствует расходу $2—5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Масса горелки 12 кг. Производительность оплавления материала $2—4 \text{ м/мин}$.

Нагревательный элемент горелки представляет собой малогабаритную газовоздушную горелку, сочетающую инжекционно-смесительное устройство и мундштук-стабилизатор. Проходные каналы и размеры в нагревательном элементе обеспечивают устойчивое горение пламени во всех пространственных положениях, за исключением перпендикулярного, направленного сверху вниз.

В этом положении ухудшение горения вызвано нарушением нормальной подачи воздуха в инжекционный узел из-за попадания в него отраженного потока продуктов горения. С помощью таких типовых элементов можно создавать горелки различных конструктивных форм, размеров и протяженности (рис. 22).

Резак «Ракета-2» (рис. 23) — переходная модель от резака типа РЗР-62 к резакам с внутрисопловым смешением газов. Он предназначен для кислородной резки

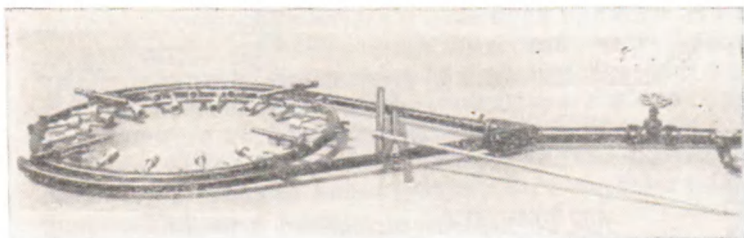


Рис. 22. Кольцевая пропано-воздушная горелка ГВПК-1 для нагрева стыков труб диаметров 520 мм

стали толщиной 3—300 мм при работе на пропане и природном газе при давлении их перед резаком не ниже 0,2 кгс/см².

Принципиальное отличие резака «Ракета-2» от общеизвестных моделей ручных инжекторных резаков заключается в том, что узел предварительного смешения газов размещен у него в головке. Это сделано с целью повышения безопасности работы резака на случай задержания обратного удара пламени и не распространения его в резиновый рукав. При работе с резаком необходимо помнить, что если произошел обратный удар пламени, то следует немедленно перекрыть вентиль горючего газа, а затем кислорода. Если этого не сделать, пламя будет гореть внутри головки, подплавит внутренний и наружный мундштуки и прожжет корпус головки — резак выйдет из строя.

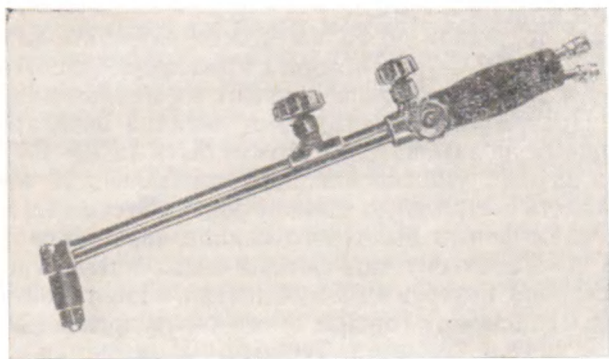


Рис. 23. Резак «Ракета-2»

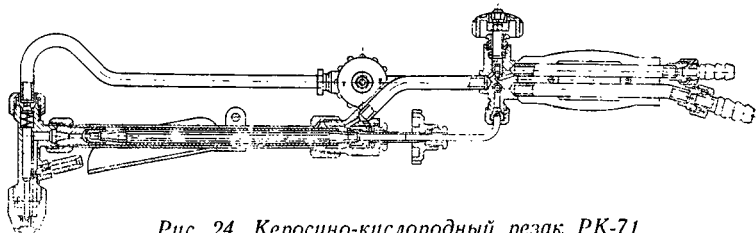


Рис. 24. Керосино-кислородный резак РК-71

Резак РК-71 (рис. 24) предназначен для кислородной резки стали толщиной 5—200 мм при работе на керосине. Он работает по принципу предварительного испарения жидкого горючего до поступления его в головку за счет теплоты дополнительного пламени.

Подогрев металла во время резки осуществляется пламенем, концентрически расположенным вокруг струи режущего кислорода. Резак комплектуется четырьмя внутренними и двумя наружными мундштуками. Наружный мундштук № 1 имеет на выходе форкамеру глубиной 3 мм и диаметром 6 мм. Этот резак в отличие от резака РК-62 более надежен и долговечен в эксплуатации, имеет стабильное устойчивое пламя подогревающего сопла и расходует меньше горючего и кислорода на резку стали соответствующей толщины.

Для работы на заменителях ацетилена могут быть использованы ацетиленокислородные резаки типа «Пламя». Для этого в них необходимо рассверлить отверстие в инжекторе до диаметра 0,95 мм, канал в смесительной камере до 2,8 мм и наружные мундштуки № 1 и 2 — на диаметр сопла 6 и 7 мм.

Сталь толщиной до 70 мм можно разрезать вставными резаками РГС-70, в которых инжектор, смесительную камеру и мундштук рассверливают на аналогичные размеры. Производительность резки металла резаками, работающими на заменителях, может быть на 20—25% увеличена за счет уменьшения продолжительности нагрева поверхности металла до начала резки. Этого достигают изменением формы выходного канала наружного мундштука, придавая ему вид камеры с выпуклым основанием в сторону внутреннего мундштука. При такой конструкции мундштуков горение смеси газов происходит частично в камере сгорания. Теплота, выделяемая ядром пламени, нагревает мундштук и прикасающуюся к ним горючую смесь, что сокращает период подготовки смеси

к сжиганию, улучшает смесеобразование и увеличивает полноту сгорания горючего в зоне ядра пламени. На торце мундштука по длине цилиндрической части камеры прорезают радиальные пазы для выхода пламени в случае соприкосновения торца мундштука с поверхностью разрезаемого металла.

Рекомендуемый диаметр камеры должен соответствовать 1,8—2 средним диаметрам щели, а глубина цилиндрической части в камере — не более 5 мм.

Правила эксплуатации горелок. Во избежание обратных ударов пламени с возможным последующим разрывом рукава и воспламенением баллона сварщик должен внимательно относиться к рабочей аппаратуре и строго соблюдать установленные правила техники безопасности.

Неправильная эксплуатация горелок, удары о металлические детали, хранение наконечников и горелок вместе с другими инструментами приводят к повреждению уплотнительных поверхностей мундштуков, наконечника и корпуса горелки. Забоины на торцовых поверхностях мундштуков, инжектора вызывают негерметичности уплотнения, что приводит к хлопкам и обратным ударам.

Перед началом работы необходимо подобрать наконечник, соответствующий толщине свариваемого металла. Наконечник подбирают по паспортно-технической характеристике, приведенной в инструкции по эксплуатации горелки и резака. Слишком сильное затягивание накидной гайки наконечника со временем приводит к повреждению уплотняющих поверхностей в месте присоединения его к корпусу горелки. В результате находящийся под значительно более высоким давлением кислород может проникнуть в канал горючего газа, затем в резиновый рукав и при зажигании пламени привести к обратному удару и разрыву рукава. Кроме того, вследствие утечки горючего и кислорода может возникнуть опасность для находящегося в помещении персонала.

Прежде чем присоединить горелку к рукавам, их необходимо продуть: кислородный — кислородом, горючего газа — воздухом для удаления мелких посторонних частиц, которые могут засорить инжектор. После этого необходимо проверить крепление шлангов и плотность затяжки гаек. При закрытых вентилях показания манометров на регуляторах давления не должны изменяться.

Плотность соединений следует проверять при помощи мыльной воды.

Проверке на плотность подлежат также регуляторы давления. Перед присоединением регулятора к баллону необходимо кратким открыванием маховичка продуть струей газа вентиль баллона от возможного засорения частицами пыли. При открывании вентиля кислородного баллона сварщик должен стоять так, чтобы струя кислорода не попала на его одежду.

Вследствие опасности воспламенения вентиля или взрыва нельзя смазывать регулятор давления жидкими или твердыми жирами. Присоединив горелку к источникам питания, необходимо убедиться в ее исправности и наличии подсоса горючего. Затем установить рабочее давление газов в соответствии с паспортной характеристикой, после чего открыть на $\frac{1}{4}$ оборота кислородный вентиль и на один оборот вентиль горючего газа и поджечь горючую смесь.

При зажигании горючей смеси мундштук наконечника горелки не должен направляться на баллоны, рукава и способные воспламениться предметы.

Вентильями регулируют требуемую мощность и состав пламени. Мощность пламени для каждого наконечника желательно устанавливать по верхнему пределу устойчивого горения горючей смеси. Чтобы погасить пламя, сначала закрывают вентиль горючего газа, а затем вентиль кислорода.

Частицы металла, налипшие на поверхность мундштука и на внутреннюю поверхность сопла, удаляют наждачной бумагой и стальными гладкими прочищальками, соответствующими диаметрам отверстий мундштуков. Для предотвращения прилипания частиц к поверхности мундштука его периодически полируют жесткой суконкой, пропитанной маслом. Иногда в керосиновых вентилях в качестве сальников применяют не промышленный асбест, а пропарафиненный. Такой сальник необходимо заменить, иначе керосин растворит парафин и герметичность соединения будет нарушена.

При нарушении герметичности между конусом шпинделя и седлом в корпусе вентиля, последний следует разобрать и проверить состояние сопрягаемых поверхностей уплотнений. При наличии следов латуни на поверхности конуса шпинделя его следует зачистить мелкой наждачной бумагой и отполировать.

Заменители ацетилена могут быть применены для сварки деталей из низкоуглеродистых сталей толщиной до 6 мм. При сварке стали заменителями ацетилена могут возникнуть следующие затруднения: уменьшается глубина провара; увеличивается зона нагрева основного металла и деформации свариваемого изделия, расплавленный металл поглощает много газов и окисляется особенно при нагреве пламенем горючей смеси природный газ (метан, городской газ) — кислород. Поэтому в большинстве случаев рекомендуют применять заменители ацетилена для сварки неответственных соединений. Перечисленные затруднения можно частично устранить применением соответствующих технологических приемов, марок присадочных проволок и использованием горелок с предварительным подогревом горючего, кислорода или их смеси.

Присадочные материалы. Основной присадочный материал для сварки сталей — проволока Св-12ГС, Св-08ГС, Св-08Г2С по ГОСТ 2246—70.

Повышенное содержание кремния и марганца в сварочных проволоках необходимо для применения при сварке окислительного пламени, увеличивающего температуру сварочной ванны за счет теплоты реакции их частичного окисления. Самофлюсование расплавленного металла облегчает получение плотного шва с минимальным содержанием пор и шлаковых включений. При этом сварочная ванна малочувствительна к избытку кислорода в пламени и формируется без разбрызгивания наплавляемого металла. Во всех случаях предпочтительно применять сварочную проволоку Св-12ГС. Сварочная проволока Св-08 и Св-08А и проволока с содержанием менее 0,9% Мп и 0,6% Si не пригодны для сварки заменителями ацетилена из-за выгорания этих компонентов из сварочной ванны и образования в наплавленном металле шва значительного количества газовых пор и шлаковых включений.

Легировать расплавленный металл кремнием и марганцем можно также путем нанесения на стержни из проволоки Св-08 или Св-08А покрытия, содержащего 50% ферросилиция и 50% ферромарганца.

Подготовка кромок. Перед сваркой деталей кромки стыка и прилегающие к ним зоны основного металла зачищают на ширину 20—30 мм с каждой стороны. Очищать можно пламенем с последующим удалением окалины и загрязнений металлической щеткой. Краска и масло, покрывающие изделия, под действием пламени выгорают. Загрязнения на поверхности основного металла и проволоки вызывают образование в шве непроваров, газовых и шлаковых включений. При подготовке кромок свариваемых деталей их следует разделять без приотупления для получения гарантированного провара корня шва. Разделку кромок выполняют механическими способами (строганием, фрезерованием, наждачным кругом и т. п.). Ввиду малой глубины сварочной ванны, не превышающей 2,5—3 мм, скашивать кромки для односторонней сварки следует, начиная с толщины листов, равной 3 мм.

Мощность пламени горелки по расходу горючего газа на 1 мм толщины свариваемой детали устанавливают согласно табл. 7.

Таблица 7

МОЩНОСТЬ НОРМАЛЬНОГО ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ
ПРИ СВАРКЕ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Горючее	Расход горючего на 1 мм свариваемой толщины, л/ч	Отношение кислорода к горючему в пламени
Пропан	60—80	3,5—4
Природный газ	180—240	1,6—2
Керосин, бензин	140—170 г/ч	1,3—1,8 м ³ /кг

Зазор между свариваемыми встык деталями толщиной до 3 мм следует принимать равным их толщине. При сварке листов толщиной 3 мм и более предпочтительнее выполнять разделку кромок под углом 45° с общим углом раскрытия 90°. При увеличенном зазоре в стыке допускается меньший угол раскрытия кромок — 60—70°.

Во избежание деформации свариваемые детали собирают в приспособлениях и прихватывают короткими швами для обеспечения правильного взаимного расположения их при сварке. Длину прихваток принимают в зависимости от толщины δ свариваемых листов (3÷6) δ , а расстояние между прихватками принимают равным

(20÷40)δ. Прихватка предпочтительнее выполнять на минимальных расстояниях на тех же режимах, что и сварку. Порядок наложения прихваток зависит от толщины основного металла и длины сварного шва. Чтобы избежать коробления, прихватку кромок стыковых продольных и кольцевых соединений производят по определенной схеме (рис. 25). Ве-

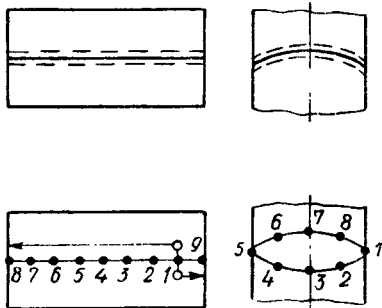


Рис. 25. Порядок наложения прихваток в продольных и кольцевых швах

личину сечения прихватки принимают в 4—5 раз больше толщины свариваемого металла. При сварке необходимо следить за полным переплавом металла прихватки.

Диаметр присадочной проволоки d зависит от толщины свариваемого металла: $d = \delta/2 + 1$ для левого способа, $d = \delta/2$ для правого способа.

Технология сварки. Состав пламени определяют по внешнему виду. Вначале устанавливают избыток горючего, близкий к верхнему пределу устойчивого горения пламени, который затем снимают медленным вращением маховичка вентиля горелки до образования длинного яркого и резко очерченного контура ядра при синеватом оттенке факела (табл. 8).

Таблица 8

РЕЖИМЫ СВАРКИ СТАЛИ

Толщина свариваемого материала, мм	Предварительный зазор в стыке, мм	Угол скоса кромок	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер наконечника горелок ГЗУ-2-62, ГЗМ-2-62	Расход, л/ч		Скорость, сварки, м/ч
					Пропан-бутана	Кислорода	
0,5—1	1,0—1,5	Без скоса кромок	1,0—1,5	1—2	30—90	105—315	10—7
1—2	1,5—2,0	То же	1,5—2,0	2—3	60—180	210—680	7—5
2—3	2,0—3,0	"	2,0—2,5	3—4	120—270	420—945	5—4
3—6	3,0—4,0	60—90°	2,5—4,0	4—5	180—540	630—1890	4—1,6

Сварку стальных деталей выполняют левым или правым способами рис. 26. При левом способе сварки горел-

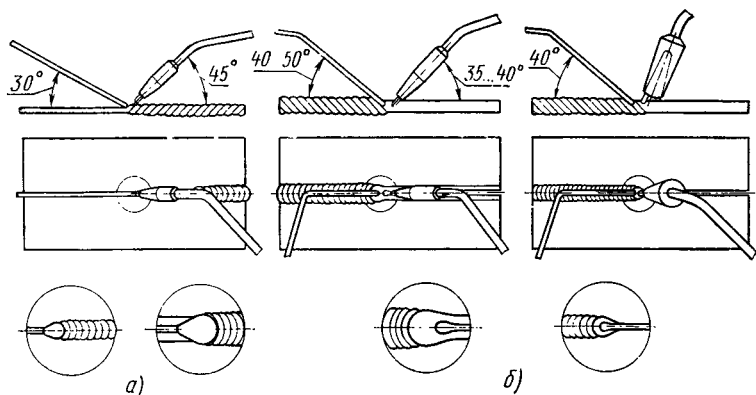


Рис. 26. Способы газовой сварки (в нижнем положении):

а—левый; б—правый

ка следует за присадочным прутком, а факел пламени предварительно подогревает кромки шва. Этот способ применяют при сварке деталей толщиной стенки до 3 мм. При правом способе проволоку располагают за горелкой, факел пламени направлен на заваренный шов и защищает его от резкого охлаждения. При этом способе скорость сварки выше, чем при левом. Правый способ следует применять при сварке деталей толщиной от 3 мм и выше.

По положению в пространстве сварные швы подразделяют на нижние горизонтальные, вертикальные и потолочные (рис. 26, 27). Разновидностью сварки в нижнем положении является сварка «в лодочку».

Сварщик должен поддерживать в горелке постоянными состав горючей смеси и расстояние от вершины ядра пламени до изделия, присадочную проволоку подавать в сварочную ванну со скоростью, равной скорости формирования сварного шва. Увеличение расстояния между пламенем и изделием вызывает замедление скоростей сварки, уменьшает глубину проплавления и увеличивает зону термического влияния. Пламя горелки должно быть расположено так, чтобы конец ядра отстоял от поверхности сварочной ванны на расстоянии 3—6 мм. Нельзя касаться ядром пламени металла сварочной ванны, это увеличивает выгорание легирующих элементов и поглощение водорода расплавленным металлом шва.

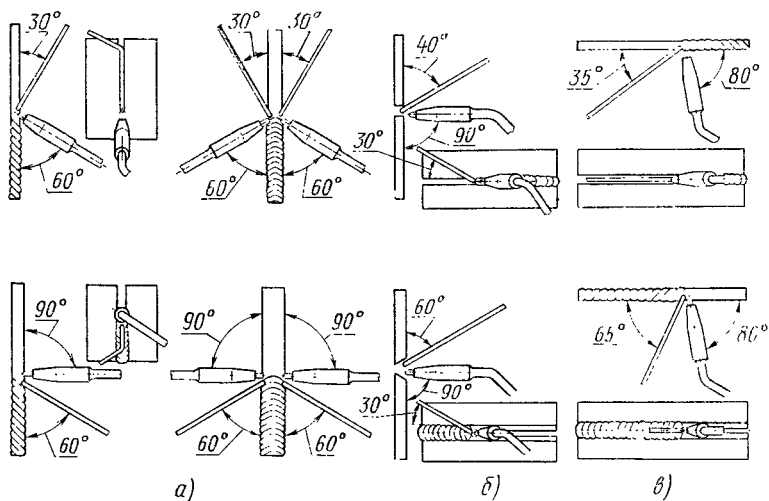


Рис. 27. Положение сварного шва в пространстве:

а—вертикальное; б—горизонтальное; в—потолочное

Большая мощность пламени приводит к образованию широкой жидкотекучей ванны с малой глубиной проплавления. Угол наклона мундштука горелки к поверхности свариваемого металла можно изменять от 45° до 80° .

Для интенсивного нагрева металла и образования сварочной ванны угол наклона устанавливают 80° , в процессе сварки его уменьшают до $60\text{--}70^\circ$; в конце сварки для полного заполнения кратера и избежания прожога металла его уменьшают до $10\text{--}20^\circ$ так, чтобы пламя скользило по поверхности расплавленной ванны металла шва. Взаимное расположение пламени и проволоки при сварке зависит от толщины свариваемых деталей, размеров сварного шва и положения его в пространстве.

При сварке мундштуку горелки сообщают поперечные колебания по дуге окружности. Колебания плавящегося конца сварочной проволоки должны быть аналогичными, но встречными. Для улучшения прогрева и перемешивания металла сварочной ванны допускают спиральное, круговое движение пламени горелки. При этом внимание следует обращать на провар корня шва и его сплавление с основным металлом. Нормальный шов должен иметь ширину, равную двум—четырем диаметрам сварочной проволоки.

Сварку деталей и стальных листов толщиной менее 2 мм выполняют встык без отбортовки или с отбортовкой кромок с обязательным применением присадочного прутка способом последовательного образования сварочных ванночек. Сущность способа заключается в образовании на свариваемых кромках расплавленной ванны диаметром 3—5 мм с погружением в нее на короткое время конца сварочной проволоки и выведением его в среднюю зону пламени. После перемещения пламени вперед по шву сварщик образует следующую ванночку, перекрывающую первую примерно на $1/3$ ее диаметра, а движение проволоки и горелки повторяет.

При сварке в горизонтальном положении пламя горелки направляют под углом 30° к плоскости сварного шва, чтобы создать перекося сварочной ванны для удержания расплавленного металла. Потолочные швы необходимо сваривать правым способом, так как при левом способе наблюдается значительное стекание металла шва.

Хорошие результаты обеспечивает при стыковой сварке длинных швов способ обратной деформации. Сущность его заключается в том, что продольный зазор между свариваемыми кромками листов устанавливают в виде клина (рис. 28). Максимальную величину зазора принимают около 50% длины сварного шва. Сварку выполняют непрерывным швом от начала до конца. При наложении шва кромки сходятся, образуя зазор нормальной величины. В процессе сварки не следует делать перерывов, иначе кромки свариваемых листов будут находить одна на другую. Поверхность наплавленного валика должна быть равномерно шероховатой или гладколитой, а ширина и толщина его одинакова по всей длине шва. Переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным.

Линейная скорость сварки в нижнем положении горелкой ГЗУ-2-62 в зависимости от толщины свариваемых листов представлена на рис. 29. Для сравнения на диаграмме нанесена кривая 1 скорости ручной левой ацетиленокислородной сварки стали. Скорости сварки сравниваемыми горючими га-

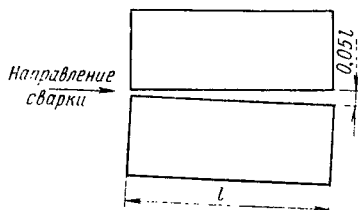


Рис. 28. Разведение кромок при сварке без прихватов

зисом горючими га-

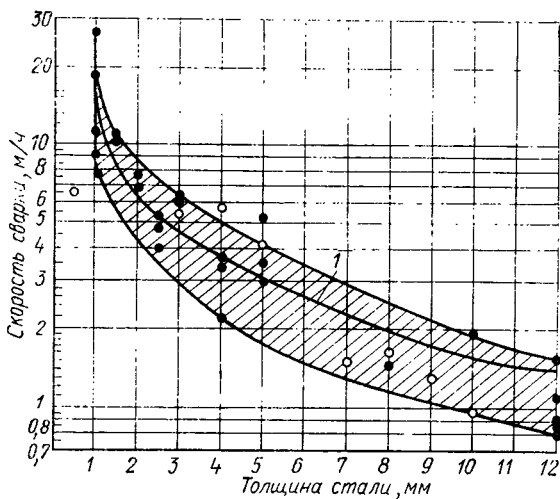


Рис. 29. Скорость сварки (м/ч) в зависимости от толщины свариваемых деталей; заштрихованная область — для пропан-бутанокислородного пламени

зами стали толщиной 2—5 мм близки. При сварке заместителями ацетилена количество теплоты, вводимой в металл, приблизительно в 1,5 раза больше, чем при ацетилено-кислородной сварке. Это создает условия медленного охлаждения сварного шва, который приобретает видманштеттову структуру.

Механические свойства наплавленного металла различными сварочными проволоками на Ст3, приведены в табл. 9. Ударная вязкость образцов, сваренных пропаном, керосином и природным газом, составляет 6—7,5 кгс·см/см².

Рентгенопросвечивание сварных швов показывает повышенное содержание микроскопических включений и газовых пузырей, особенно при использовании природного газа, но уменьшенное — при использовании пропанокислородного пламени по сравнению с содержанием включений при ацетилено-кислородной сварке.

Качество сварного шва во многом зависит от квалификации сварщика, поэтому к работе должны допускаться сварщики, прошедшие предварительное обучение.

Основные затруднения при сварке стали заместителями ацетилена — это недостаточный нагрев основного ма-

Таблица 9

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВАРНЫХ ШВОВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ

Сварочная проволока	Механические свойства металла шва		
	Временное сопротивление, кгс/мм ²	Предел текучести, кгс/мм ²	Относительное удлинение, %
Св-08ГС	42,4—44,5	28,3—32,2	11,6—12,9
	43,9	30,4	12,05
Св-08Г2С	36,6—42,4	19,45—29,9	13,2—19,7
	43,9	23,3	16
Св-12ГС	43,8—47,4	23,0—28,3	8,6—12,0
	46	25,4	10,8
Св-08 с обмазкой	36,0—41,0	—	—
	40,0	—	—

Таблица 10

ПРИМЕРНЫЕ НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ
ПРИ СВАРКЕ СТЫКОВЫХ ШВОВ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Толщина сталн, мм	Масса на- плавленного металла на 1 м шва, кг	Расход материалов на 1 м шва				
		Присадоч- ная прово- лока, кг	Сварка пропан-бутаном		Сварка природным газом	
			пропан- бутан, м³	кислород, м³	природный газ, м³	кислород, м³

Односторонние швы с отбортовкой кромок

0,5	0,012	0,014	0,008	0,022	0,015	0,030
1,0	0,280	0,029	0,013	0,044	0,038	0,057
1,5	0,049	0,051	0,023	0,021	0,071	0,107

Односторонние швы без скоса кромок

1,0	0,028	0,029	0,013	0,044	0,038	0,057
1,5	0,049	0,051	0,023	0,081	0,071	0,107
2,0	0,070	0,074	0,034	0,119	0,105	0,158
2,5	0,084	0,088	0,044	0,148	0,128	0,194
3,0	0,098	0,103	0,051	0,178	0,152	0,230

Односторонние V-образные швы со скосом двух кромок

3,0	0,133	0,140	0,063	0,220	—	—
4,0	0,178	0,187	0,104	0,365	—	—
5,0	0,224	0,235	0,139	0,490	—	—
6,0	0,265	0,278	0,197	0,690	—	—

териала, окисление поверхности кромок стыка, перегрев сварочной ванны и возможное его натекаание на недостаточно нагретый и нерасплавленный основной металл. Чтобы избежать непровара корня шва и несплавление металла шва с основным металлом, необходимо ограничивать скорость плавления присадочной проволоки в сварочной ванне, обеспечивая постоянное опережение плавления свариваемых кромок основного металла. Во всех возможных случаях сварку рекомендуется вести в один слой и проваривать кромки на всю толщину. Заполнение наплавляемым металлом шва за один проход при сварке в нижнем положении получают за счет расположения свариваемого изделия под углом $10\text{--}15^\circ$ к горизонту (табл. 10).

При газовой сварке стали заменителями ацетилена контроль качества сварного шва выполняют теми же методами, что и при ацетилено-кислородной сварке.

СВАРКА ЧУГУНА

По физическим свойствам и химическому составу чугуна относится к группе ограниченно сваривающихся сплавов. Основные трудности при сварке чугуна:

а) склонность его к образованию при быстром охлаждении закаленных структур (мартенсит, троостит), которые увеличивают хрупкость, снижают прочность сварного соединения и затрудняют обработку обычными режущими инструментами;

б) малая пластичность чугуна, характеризующаяся возникновением в процессе сварки из-за неравномерного нагрева изделия больших внутренних напряжений, которые очень часто ведут к трещинообразованию; чем больше перепад температур основного металла изделия и сварного шва, тем вероятнее возникновение трещин, при этом трещины возникают в начале процесса сварки и в процессе остывания изделия; при общем равномерном нагреве детали перед сваркой до температуры 300°C и выше опасность трещинообразования резко уменьшается;

в) большая жидкотекучесть в расплавленном состоянии; переход из твердого состояния в жидкое, минуя

пластическую фазу, что делает невозможным сварку чугуна в других пространственных положениях, отличных от нижнего;

д) многообразие структур в отливках чугуна, определяемых химическим составом, скоростью охлаждения и термообработкой.

Структура чугуна оказывает большое влияние на свариваемость. Хорошо свариваются чугуны, имеющие мелкозернистую светлую перлитную структуру. Удовлетворительно свариваются чугуны с ферритноперлитной структурой, значительно хуже ферритные чугуны с крупными выделениями графита. Плохо свариваются чугуны, долгое время находившиеся под воздействием тепла, в которых углерод выделился в виде графита.

Чугунное изделие сложной формы может иметь неодинаковую структуру в различных своих частях. Так, участки со значительной поверхностью охлаждения и малой толщиной стенки имеют мелкозернистую структуру. Массивные части и детали, расположенные внутри изделия, охлаждаются значительно медленнее, в связи с чем приобретают ферритную структуру с крупными выделениями графита.

Качество сварного соединения чугунных деталей определяется обрабатываемостью обычным режущим инструментом; равномерностью распределения твердости металла шва в переходной зоне и основном металле; равнопрочностью металла сварного шва и основного металла; одинаковым химическим составом и структурой наплавленного и основного металла. По сравнению с другими способами сварки газовая сварка дает наиболее однородные сварные швы.

Нагрев изделия пламенем горелки позволяет тщательно выплавлять металл из дефектных мест, дозировать подачу присадочного материала, восстанавливать форму детали, а в ряде случаев устранять вызываемые сваркой напряжения. Равномерный нагрев обеспечивает лучшие условия для графитизации чугуна. В зависимости от формы детали, ее размеров, вида исправляемого дефекта, можно применять горячую сварку чугуна, низкотемпературную сварку чугуна, низкотемпературную сварку-пайку чугуна латунными и цинковыми припоями.

Горячая сварка чугуна. Необходимость предварительного подогрева изделий вызывается большой скоростью его охлаждения, особенно в интервале температур 1200—

600° С, вследствие отвода теплоты в основной металл и поверхностного охлаждения наплавленного металла.

Предварительный нагрев изделия перед сваркой уменьшает скорость охлаждения наплавленного металла и препятствует образованию твердых закалочных структур. Такой нагрев ослабляет напряженное состояние свариваемого изделия и предотвращает образование трещин.

Температуру общего предварительного подогрева определяют размерами детали, жесткостью конструкции, толщиной стенок, объемом наплавленного металла и структурой чугуна.

Детали, в которых место сварки расположено среди жестких элементов (блоки моторов, средние части станин и др.), нужно подвергать общему нагреву до температуры 500—650° С. Для большинства деталей нагрев до температуры 400—450° С обеспечивает получение обрабатываемого сварного соединения и создает условия, исключаящие трещинообразование. Значительный нагрев приводит к росту зерен металла и к понижению механической прочности.

Для нагрева деталей небольших размеров и масс (тракторных, автомобильных деталей) можно использовать печи муфельного типа, горны или газовые печи. Индивидуальные изделия при отсутствии печей подогревают во временных горнах, работающих на древесном угле, коксе или газе.

В качестве присадочного материала применяют чугунные прутки по ГОСТ 2671—70 и прутки из легированного чугуна диаметрами 6, 8, 10, 12, 14 и 16 мм длиной 250—450 мм (табл. 11). Поверхность литых присадочных прутков перед сваркой очищают от пригара формочной земли, литейной корки, масла и других загрязнений до металлического блеска.

Детали сложного профиля, тонкостенные и с мелкозернистой структурой следует сваривать прутками марки А. Изделия с толстыми стенками, которые во время сварки подвергаются нагреву, желательно сваривать прутками марки Б диаметром 8—16 мм.

Сварку без подогрева выполняют в том случае, если свариваемые детали могут свободно расширяться при нагреве и сокращаться при охлаждении (стержни, лапы, патрубки, звездочки и др.). Например, если стержни не могут свободно расширяться (в решетках, в колесах), то

СОСТАВ ПРУТКОВ ДЛЯ СВАРКИ ЧУГУНА *

Марка прутка по ГОСТ 2671—70	Углерод	Кремний	Марганец	Сера (не более)
А	3,0—3,5	3,0—3,4	0,5—0,8	0,08
Б		3,5—4,0		
НЧ-1	3,0—3,5	3,0—3,4	0,5—0,8	0,05
НЧ-2		3,5—4,0		
БЧ	2,5—3,0	1,0—1,5	0,2—0,6	0,05
ХЧ		1,2—1,5	0,5—0,8	

Продолжение табл. 11

Марка прутка по ГОСТ 2671—70	Фосфор	Титан	Хром	Никель	Хром	Никель
					не более	
А	0,2—0,4	—	—	—	0,05	0,3
Б	0,3—0,5					
НЧ-1	0,2—0,4	0,03—0,06	—	0,4—0,6	0,05	—
НЧ-2						
БЧ	≥ 0,1	—	—	—	—	—
ХЧ		—	1,20—2,00	—	—	—

* Пример условного обозначения чугунового прутка марки НЧ-1 диаметром 12 мм. Пруток 12 НЧ-1 ГОСТ 2671—70

следует подогревать до температуры 500—600°С элементы, смежные с дефектными, чтобы они не мешали расширению при нагреве и сокращению при охлаждении места сварки.

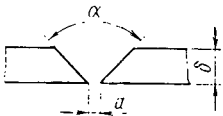
Детали, подлежащие заварке, до начала работы необходимо тщательно осмотреть для составления технологического плана операций и подготовки вспомогательного оборудования и инструмента. Перерывы в работе при сварке чугуна недопустимы.

Перед сваркой необходимо подготовить место заварки, вырубить или снять обдиркой корку пригара с детали, выжечь масло и т. д.

Изделие, расчлененное на отдельные куски, перед сваркой собирают, подгоняя обломки по поверхностям излома, и прихватывают их по кромкам. Диаметр прихваток не должен превышать 5—6 мм, поскольку при больших размерах они часто разрываются от внутренних напряжений.

Таблица 12

ПОДГОТОВКА КРОМОК ПОД СВАРКУ ЧУГУНА

Эскиз	Толщина металла δ , мм	Угол скоса кромок α	Зазор в стыке a , мм	Диаметр присадочного друтка, мм
	3—5	60	2,0—2,5	4—6
	5—8	70	2,5—3,0	6
	8—12	70—90	3,0—4,0	6—8
	12—26	90	4,0—5,0	8—16

Без подготовки кромок можно сваривать детали толщиной до 4 мм. Кромки на деталях толщиной свыше 5 мм разделяют под углом 70—90° (табл. 12) абразивным кругом или пневматическим зубилом. Если невозможно выполнить разделку кромок абразивом, их разделяют пламенем горелки. Для этого участок шва нагревают пламенем и расплавленный металл извлекают стальным проволочным скребком из канавки до тех пор, пока она не станет необходимого размера. Такой способ подготовки кромок прост в исполнении, позволяет получить нужную форму разделки и гарантирует полное устранение трещин.

Для деталей небольшой массы пламенную разделку кромок рекомендуется выполнять в вертикальном положении, перемещая горелку снизу вверх. Одновременно с разделкой кромок подогревают и изделие, сообщая ему дополнительное количество теплоты, благодаря чему удастся предотвратить появление закалочных зон. Этот способ позволяет тщательно проверить удаление трещин, так как на разогретой поверхности малейший надрыв виден очень отчетливо. Подготовка кромок путем выплавки металла обходится значительно дешевле, чем механическая обработка: фрезерование или строгание.

Иногда при газовой сварке чугуна в наплавленном металле шва образуются газовые поры губчатого строения

вследствие загрязнения присадочных прутков силикатными включениями и формовочной землей при отливке. Пористости шва можно избежать, вводя в пламя горелки через флюсопитатель КГФЗ-71 газообразный флюс БМ-1. Разовой заливки флюсопитателя (4,6 кг) достаточно, чтобы обеспечить парами флюса 45 м³ газа. Газообразный флюс увеличивает не только плотность наплавленного металла, но и позволяет получить почти однородный по структуре с основным наплавленный металл. Автоматическая подача флюса избавляет сварщика от введения флюса вручную, а непрерывность его подачи обеспечивает требуемую плотность и равномерность шлакового покрова. Газообразный флюс создает более густую и вязкую ванну, чем порошковый. Это особенно важно при заварке деталей с отколами.

На крупных изделиях кромки разделяют пневматическим зубилом, но в трех-четырех местах их не вырубают, чтобы сохранить поверхности излома. Эти участки заваривают последними, подготовив кромки пламенем горелки. В деталях, имеющих сквозные трещины, сварку выполняют после засверливания трещины по концам. При сварке серого чугуна не следует быстро нагревать изделие, иначе графит не успеет полностью раствориться в металле шва, вследствие чего возникает опасность отбеливания. Перегрев сварочной ванны вызывает растворение всех взвешенных примесей в жидком металле и уменьшение числа центров кристаллизации графита при охлаждении. Кроме того, перегрев способствует сохранению углерода в связанном состоянии и повышению твердости. Поэтому не следует касаться расплавленного металла ядром сварочного пламени.

Расстояние между поверхностью сварочной ванны и вершиной ядра пламени должно быть в пределах 5—10 мм. Для уменьшения выгорания углерода и кремния необходимо поддерживать нормальное пламя и вести сварку без интенсивного перемешивания жидкого металла пламенем или присадочным прутком. Мощность пламени горелки подбирают в зависимости от толщины свариваемой детали (табл. 13).

Состав пламени устанавливают по внешнему виду. Вначале дают избыток горючего, затем уменьшают его расход или увеличивают расход кислорода, пока не образуется ярко очерченный контур пламени, с небольшим избытком горючего.

МОЩНОСТЬ ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ ПРИ СВАРКЕ ЧУГУНА

Горючее	Расход горючего на 1 мм толщины, л/ч	Отношение кисло- рода к горючему в пламени
Ацетилен	100—120	1,0—1,1
Пропан-бутановая смесь	60—90	3,0—3,5
Природный газ	180—220	1,5
Керосин-бензин	140—200 г/ч	1,4—1,8 м ³ /кг

Поверхность кромок и прилегающие к ним поверхности основного металла шириной 10 мм зачищают до металлического блеска.

При сварке применяют флюс, который предназначен для раскисления поверхности свариваемых кромок детали и присадочного прутка, связывания тугоплавкого соединения в легкоплавкие комплексные соединения или шлаки; защиты расплавленного металла сварочной ванны от окисления; увеличения жидкотекучести сварочных шлаков, расплавленного металла и удаления газов из сварочной ванны (табл. 14).

Таблица 14

СОСТАВ ФЛЮСОВ ДЛЯ СВАРКИ ЧУГУНА

№ флюса	Бура	Углекислый натрий	Углекислый калий	Азотнокислый натрий	Двууглекислый натрий
1	100	—	—	—	—
2	56	22	22	—	—
3	23	27	—	50	—
4	—	50	—	—	50
5	—	—	100	—	—

При сварке чугуна флюс наносят тонким слоем на предварительно нагретую до темнокрасного или вишневого каления поверхность детали. Под действием теплоты детали и пламени горелки он расплавляется и, растекаясь стекловидной тонкой пленкой, покрывает поверхность свариваемых кромок.

В процессе сварки флюс дополнительно вводят в ванну расплавляемым концом присадочного прутка путем периодического погружения его в сосуд с порошкообразным флюсом.

Для увеличения производительности сварки и улучшения качества сварного шва рекомендуют присадочные чугунные прутки предварительно обмазывать флюсом, замешанным на жидком стекле или водном растворе крахмала. Состав флюса: 57% технической буры (ГОСТ 8429—69); 29% плавикового шпата (ГОСТ 4421—48); 7% ферросилиция ФС75 (ГОСТ 1415—70). Кроме того, в состав флюса вводят 2%-ный раствор пищевого крахмала в количестве 100% к массе смеси сухих компонентов флюса. При составлении смеси указанных веществ их просеивают через сито 600—900 отверстий на 1 см².

Сварку чугуна производят в нижнем положении. Вследствие жидкотекучести чугуна свариваемые детали с подготовленным зазором и скошенными кромками устанавливают на графитовую или глиняную подкладку с канавкой под швом для облегчения полного провара соединения. Ширину канавки в подкладке принимают равной зазору между кромками в стыке деталей. Глубина канавки зависит от толщины шва.

Перед наложением шва кромки стыка деталей и прилегающие к разделке зоны металла нагревают пламенем горелки до вишнево-красного цвета и засыпают флюсом.

В начале плавления кромки в зону пламени подают конец присадочного прутка, при плавлении которого возникает сварочная ванна. Металл ванны постепенно охлаждается и затвердевает, образуя сварной шов. При поступательном перемещении горелки ей сообщают поперечное колебание в форме полуокружностей или спирали. Расплавляемый конец присадочного прутка перемещают так же, но в противоположную сторону. Угол наклона оси мундштука к плоскости металла составляет 60—80°. Если толщина стенки свариваемых деталей больше 15 мм, угол наклона увеличивают до 80—90°.

Угол между присадочным стержнем и пламенем мундштука при сварке должен сохраняться постоянным и быть равным 90°. В зависимости от условий формирования сварочного шва и состояния сварочной ванны допускают отклонения от указанных взаимных положений пламени и присадочного прутка.

Чтобы предотвратить появление пор, непровара и облегчить выход газов, растворенных в расплавленном металле, необходимо перемешивать металл сварочной ванны присадочным прутком.

Тонкие изделия сваривают за один проход, толстые — за один или несколько проходов. Толщина наплавляемого слоя металла составляет 4—8 мм.

Первым слоем заваривают корень шва, затем не давая первому слою остыть, наплавляют последующий слой металла. При этом каждый предыдущий слой нагревают до вишнево-красного цвета и посыпают порошкообразным флюсом слоем толщиной 0,5—1,5 мм.

Чтобы металл не вытекал из сварочной ванны на не прогретые кромки стыка и чтобы уменьшить число слоев шва, деталь располагают под углом 10° к горизонту, благодаря чему увеличивается толщина наплавляемого слоя.

Прочность сварного соединения, выполненного встык на пластинах различной толщины, равна прочности основного металла.

Металлографические исследования показывают хорошее соединение присадочного металла с основным. В соединении отсутствуют отбеленные участки в переходных зонах, значительно уменьшены внутренние напряжения, сохранен состав основного металла в зонах термического влияния, соединение легко обрабатывается по всему сечению.

Тепловой режим газовой сварки создает благоприятные условия для равномерного распределения теплоты в переходных зонах. Наплавка на детали большой толщины показывает, что закалка переходных зон почти отсутствует. Сварные соединения легко обрабатываются обычными режущими инструментами.

Глубину расплавления основного металла можно регулировать в очень широких пределах (обычно 3—4 мм). В ряде случаев, когда необходимо заварить дефектный участок, имеющий поры, шлаковые или земляные включения, переплавляют значительный объем основного металла для улучшения его качества.

Сваривать детали, находившиеся длительное время под воздействием продуктов горения и высокой температуры (горелый чугун, а также ферритные чугуны), трудно. Сварку ведут обычно отдельными участками. Применяют следующий прием: оплавленным концом чугунного присадочного прутка предварительно очищают завариваемые места от окисленных слоев и облуживают свариваемую поверхность. Затем на этот участок наплавляют металл присадочного прутка до полного заполнения раз-

делки. По окончании сварки горелкой дополнительно прогревают поверхность шва и переходную зону.

Таблица 15

РАСХОДЫ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ГАЗОВОЙ СВАРКЕ ЧУГУНА

Толщина металла, мм	Расход материалов на 1 пог. м шва							
	Чугунный прут, кг	Ацетилено-кислородное пламя		Пропан-бутан-кислородное пламя		Смесь природный газ—кислород		Флюс, кг
		ацетилен, м ³	кислород, м ³	пропан, м ³	кислород, м ³	природный газ, м ³	кислород, м ³	
6	0,3	0,36	0,41	0,22	0,76	0,65	0,83	0,09
9	0,6	0,98	1,13	0,59	2,07	1,76	2,40	0,17
12	1,0	1,99	2,30	1,20	4,20	3,60	4,90	0,275

Низкотемпературная сварка чугуна. Способ низкотемпературной сварки чугуна отличается от обычного тем, что основной металл не доводят до температуры его плавления, а нагревают только до температуры 820—860°С, т. е. до температуры «смачиваемости». Капли присадочного металла под действием пламени и флюса легко растекаются по поверхности основного металла, обеспечивая плотное соединение свариваемых частей.

Этот способ позволяет заваривать детали в окончательно обработанном виде без изменения их геометрических размеров, выходящих за пределы допусков.

Низкотемпературную сварку чугуна используют при заварке пороков чугунного литья (газовых пор, земляных включений, трещин, плен и т. п.), обнаруживаемых при механической обработке, а также при заварке чугунных деталей в готовых изделиях в случае их поломки, появления трещин, необходимости наплавки рабочих поверхностей при износе.

Для такой сварки применяют прутки диаметром 6 и 8 мм. Наличие специальных присадок никеля и титана в заданных количествах увеличивает жидкотекучесть расплавленного металла прутка и смачиваемость им нагретой поверхности свариваемого металла. Флюсы, применяемые для низкотемпературной сварки, выполняют следующие функции: химически обрабатывают нагретую свариваемую поверхность, снимают с нее следы окислов, жиров и других загрязнений; частично окисляют высту-

пающие на поверхность металла, подготовленного для сварки, включения графита; образуют микроуглубления и увеличивают этим прочность сцепления наплавленного металла с основным; защищают нагретую поверхность и расплавленный металл от воздействия воздуха; уменьшают поверхностную энергию расплавленного металла, увеличивая его жидкотекучесть и растекаемость по основному металлу (табл. 16).

Таблица 16

СОСТАВЫ ФЛЮСОВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
СВАРКИ ЧУГУНА, %

Марки флюса	Плавная бура	Безводный углекислый натрий	Азотно- кислый натрий	Углекис- лый лигнит	Керосин
Флюс № 1	23	27	50	—	—
Флюс № 2	18	25	56,5	0,5	—
Флюс-паста 22-1 .	23	27	50	—	15 см ³ на 100 г порошка
Флюс-паста 23-1 .	18	25	56,5	0,5	То же

В отличие от порошковых флюсов флюсы-пасты содержат керосин, который делает их более стойкими против поглощения атмосферной влаги.

Порошковые флюсы следует хранить не более 15 дней, флюсы-пасты — не более месяца.

Низкотемпературную сварку чугуна выполняют нормальным восстановительным пламенем. Простые по форме массивные изделия, в которых можно не опасаться появления трещин, заваривают только с местным подогревом, так как основной металл при этой сварке нагревают до более низкой температуры, чем при горячей сварке. Изделия сложной конфигурации заваривают при общем подогреве деталей до температуры 200—350° С.

Дефектные места на деталях должны быть перед заваркой механически разделаны вырубкой, фрезерованием или абразивной обдиркой с полным удалением в дефектном участке неметаллических включений (рис. 30, а и б). Разделка пламенем не допускается вследствие загрязнения кромок основного металла шлаком и возникновения при этом частичного отбела.

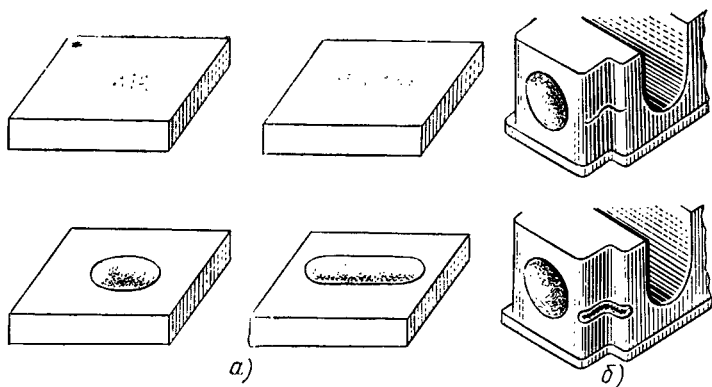


Рис. 30. Форма разделки раковин и трещин при низкотемпературной сварке чугуна:

а—раковины; б трещины

Неглубокие поры и шлаковые включения вырубают зубилом, а если они занимают большой участок, удаляют абразивным кругом.

После удаления дефектов и нагрева детали пламенем горелки до температуры смачиваемости на ее поверхность наносят флюс. Расплавленный флюс равномерно покрывает наплавляемую поверхность.

Во избежание выдувания флюса торец мундштука горелки перед сваркой необходимо держать на расстоянии 30—50 мм от поверхности, постепенно приближая его к детали. Расстояние между ядром пламени и концом прутка должно составлять 3—5 мм, угол между осью горелки и плоскостью детали 20—30°. Конiec прутка при образовании капли должен касаться поверхности места сварки.

При сварке конец прутка необходимо периодически погружать во флюс.

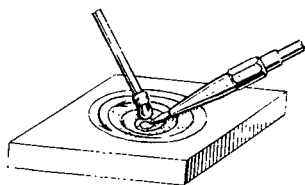


Рис. 31. Положение прутка и горелки при заварке круглой разделки дефектов

Дефектные места заваривают следующим образом. При круглой разделке места дефекта наплавлять металл начинают с середины углубления, перемещая прутки и пламя горелки кругообразно по винтовой восходящей линии (рис. 31). При этом непрерыв-

но стекающий с прутка расплавленный металл проникает под жидкую пленку флюса и растекается по свариваемой поверхности, равномерно заполняет углубление тонкими слоями. Такой прием улучшает распределение теплоты и обеспечивает промежуточную термообработку.

При заварке канавки первую каплю с прутка направляя в начало канавки с последующим заполнением ее тонкими слоями, толщиной 2—3 мм.

Наплавку недостающих частей детали из-за недолива или откола выполняют тонкими слоями толщиной 2—3 мм во избежание образования пор. При наплавке необходимо давать припуск на механическую обработку.

Сварку и наплавку выполняют справа налево, держа пламя горелки впереди шва.

Для понижения твердости при охлаждении детали место заварки подогревают сварочной горелкой. Для этого сразу же после сварки наплавленный металл и околошовную зону шириной 5 мм нагревают пламенем до температуры 870—900°С и выдерживают при этой температуре в течение 1—3 мин.

Пламя горелки в начале подогрева держат на расстоянии 25—30 мм от поверхности металла и перемещают по контуру наплавленного металла. После некоторой выдержки пламя удаляют от детали на расстояние до 60 мм. Затем деталь охлаждают медленно в печи под слоем асбеста или в металлическом кожухе. При быстром охлаждении на воздухе наплавленный металл может обладать повышенной твердостью (*HВ* 250).

Низкотемпературная сварка-пайка чугуна. Этот процесс осуществляют при помощи припоя-сплава, более легкоплавкого, чем чугун. Сварку-пайку выполняют при более низкой температуре (700—750°С), чем сварку, поэтому снижается вероятность отбеливания и образования трещин после сварки. Снижения температуры сварки-пайки достигают благодаря использованию поверхностно-активного флюса марки ФПСН-1, который плавится при температуре 650°С. Сварку-пайку производят без разборки и предварительного подогрева изделия по уже обработанной поверхности. При этом сохраняются размеры и обеспечивается прочность соединений.

Сварку-пайку деталей, к товарному виду которых не предъявляют повышенных требований, можно выполнять припоем ЛОК-59-1-03, обеспечивающим твердость наплавленного металла не более *HВ* 100. Белый сплав мар-

ки ЛОМНА можно применять для ремонта изделий, которые должны обладать высокими механическими свойствами и хорошим внешним видом. Шов, выполненный этим припоем с флюсом ФПСН-1, обладает одинаковой с чугуном прочностью и твердостью. Рабочая температура пайки не превышает 750° С.

Места с дефектными участками разделявают под пайку-сварку только механическим способом. Горячая разделка не допускается. Флюс в виде водной пасты наносят на прутки заранее, примерно за 30 мин до начала сварки. На разогретый до температуры 150—300° С чугун в месте разделки наносят порошкообразный флюс. Нагрев ведут нормальным пламенем. После расплавления флюса (650° С) в место разделки вводят прутки припоя. Горячий шов для большого уплотнения проковывают легкими ударами молотка. Данный сплав может быть применен для заварки трещин, раковин, пор и других дефектов. Применение этого сплава увеличивает производительность труда, снижает себестоимость сварки.

Сварка-пайка чугуна цинковыми припоями. Этот способ рекомендуют применять для сварки-пайки чугунных деталей, содержащих газовые поры, земляные включения, небольшие трещины, выбоины, обнаруженные при механической обработке и при гидравлических и пневматических испытаниях; для заварки мест дефектов в окончательно обработанных деталях без изменения их геометрических размеров; для заварки дефектных мест деталей, которые допускают понижение механических свойств.

Так как процесс сварки-пайки проходит при сравнительно низкой температуре, то в основном металле не наблюдается внутренних напряжений и трещин.

В качестве присадочного материала применяют сплав марки Ц, состоящий из 92—95% Zn; 5,5—7,5% Sn и до 0,5% Рl. Прутки из сплава Ц отливают диаметром 6, 8 и 10 мм (по техническим условиям ВНИИАВТОГЕНМАШа).

При сварке-пайке чугуна указанными прутками используют флюс ЗП, в состав которого входят (по массе): 40% хлористого аммония, 8% двуххлористого олова, 39% хлористого цинка, 9% хлористой меди и 4% хлористого бария.

Литейные порошки перед заваркой должны быть удалены вырубкой, фрезерованием или шлифованием абра-

живным кругом. Глубокие поры высверливают сверлом так, чтобы после разделки получалось углубление, равное $\frac{4}{5}$ толщины детали, а угол наклона разделки был примерно равен 30° .

Перед сваркой-пайкой разделанную поверхность детали предварительно нагревают пламенем горелки до температуры $300\text{—}350^\circ\text{C}$. Нагревать следует факелом горелки. Целесообразно применять газоздушные горелки ГВП-3, ГВП-4, которые обеспечивают плавный нагрев. При достижении этой температуры на поверхность кромки наносят флюс пластиной или ложкой. Расплавление флюса характеризует начало сварки-пайки.

Во избежание выдувания флюса при нагреве не следует держать горелку близко от завариваемой поверхности, нагревать необходимо факелом пламени, а не ядром. Угол между осью горелки и плоскостью детали должен составлять $50\text{—}60^\circ$.

Расплавленный флюс прутком равномерно распределяют по всей поверхности дефектного места. Затем концом прутка облуживают эту поверхность, втирая в нее присадочный металл. После этого расплавляют металл присадочного прутка, которым заполняют место разделки.

Расход флюса составляет примерно $0,8\%$ наплавленного металла.

После окончания сварки-пайки дефектного участка и охлаждения детали место сварки необходимо обмыть водой, чтобы смыть остатки флюса, продукты разложения которого вредны.

В сплаве Ц содержится сравнительно много цинка, который при перегреве склонен к выгоранию, поэтому при заварке важно не допускать перегрева основного и присадочного металла. Температуру нагрева можно контролировать термокарандашами или кусочком хозяйственного мыла, которое при нанесении на нагретую поверхность приобретает темно-коричневый цвет.

Сварку-пайку чугуна разрешается производить только в помещениях, оборудованных вентиляцией. Место сварки-пайки проверяют внешним осмотром для выявления шлаковых включений, непровара, черноты, раковин. Для установления мелких поверхностных дефектов (трещин, незначительных подрезов, пористости и т. п.) в ответственных деталях сварные швы осматривают с помощью лупы с 10-кратным увеличением.

После осмотра чугунные детали подвергают гидравлическим и механическим испытаниям. Гидравлически испытывают детали, работающие под давлением. Обнаруженные при испытаниях дефекты отмечают, вырубают и вторично заваривают.

СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

Алюминий и его сплавы широко применяют в промышленности. Они имеют высокие механические свойства при малой плотности. Это достигнуто за счет легирования их марганцем, магнием, медью, кремнием, цинком, никелем, хромом и другими элементами, которые с алюминием образуют ограниченные твердые растворы.

Алюминиевые сплавы разделяются на две группы: 1) деформируемые, у которых количество введенных легирующих элементов ниже предела насыщения твердого раствора при электрической температуре; 2) литейные.

Деформируемые сплавы, в свою очередь, подразделяются на неупрочняемые и упрочняемые термической обработкой. Литейные сплавы также могут упрочняться термической обработкой и тем больше, чем меньше легирован данный сплав. Наиболее распространены деформируемые сплавы алюминия с магнием или с марганцем, не упрочненные термической обработкой.

Литейные сплавы применяют для изготовления деталей, имеющих сложную конфигурацию. К этой группе относятся сплавы на основе алюминий-кремний, алюминий-магний; алюминий-медь и др.

В практике сварки приходится обычно иметь дело с алюминиевомарганцовистыми сплавами АМц; алюминиевомагниевыми АМг; алюминиевомедными Д (типа дуралюмин) и алюминиевокремнистыми АС (силумин).

Первые три группы сплавов относятся к деформируемым, четвертая — к литейным сплавам (табл. 17).

Сплавы АМц содержат 1—1,6% Мп и обладают хорошей антикоррозионной стойкостью, прочностью, твердостью и свариваемостью. Сплавы типа АМг содержат 0,5—6% Mg и хорошо свариваются. Сплавы типа дуралюмина являются деформируемыми и упрочняемы-

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

Металл	Состояние	$\sigma_{\text{в}}$ в кгс/мм ²
А1, А2, алюминий технический деформируемый	Мягкий	8—10
А3, то же	Твердый	15—25
	Литой	9—12
АМц, алюминиевомарганцовистый деформируемый	Отожженный	13
	Полунагартованный	16
АМг, алюминиевомagneиный деформируемый (магналий)	Отожженный	20
	Полунагартованный	25
АМг5, то же	Отожженный	27
	Нагартованный	33—36
Д16, дуралюмин деформируемый термоупрочняемый	Отожженный	18—20
	Закаленный и состаренный	46
АВ, авиаль деформируемый термоупрочняемый	Отожженный	11—14,5
	Закаленный	22
	Закаленный и естественно состаренный	33
АЛ-4, силумин литейный модифицированный фтористыми солями натрия	Модифицированное литье в землю, закаленное и состаренное	26

ми, т. е. повышающими свою прочность и твердость со снижением пластичности при термической обработке за счет закалки и естественного или искусственного старения. Упрочнение сплава снимается отжигом. Литейные алюминиикремниевые сплавы термической обработкой не упрочняются. Однако механические свойства их увеличиваются при введении в сплав присадок меди и магния. Это позволяет применять для их упрочнения термическую обработку.

Физико-химические свойства алюминиевых сплавов существенно влияют на процесс сварки. К особенностям сплавов относятся:

1. Низкая температура плавления (600—650° С) при высокой теплопроводности ($\lambda=52$ кал/см·с° С).

2. Значительное химическое сродство алюминия к кислороду, что приводит к образованию на поверхности свариваемых деталей тугоплавкой пленки окиси алюминия Al_2O_3 , имеющей температуру плавления 2060° С и плотность 3,85 г/см³, большую плотности алюминия (2,65 г/см³). Эта пленка защищает поверхность алюми-

ния от дальнейшего окисления. При сварке она может погружаться в расплавленный металл и образовывать в нем включения.

3. Высокое значение коэффициента линейного расширения, которое вдвое больше, чем у низкоуглеродистой стали. Это может привести к образованию при сварке значительных остаточных напряжений и деформации.

4. Низкая прочность алюминиевых сплавов, затрудняющая получение надежных сварных соединений.

5. Значительное расхождение в показателях механических свойств литого металла шва и основного свариваемого металла.

6. Расплавленный металл сварочной ванны находится в более вязком состоянии по сравнению с низкоуглеродистой сталью, что затрудняет нормальное ведение процесса сварки и формирование сварного шва.

Подготовка к сварке. Наиболее распространенный тип сварного соединения при сварке листового алюминия — стыковое. Тавровые, угловые и соединения внахлестку не рекомендуются, так как затекающий между кромками флюс и шлак вызывают в последующем коррозию сварного соединения. При сварке стыковых соединений в зависимости от толщины свариваемых деталей подготовку кромок выполняют как показано в табл. 18.

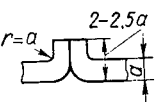

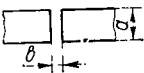

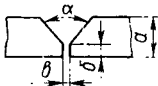

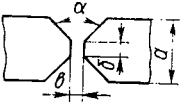

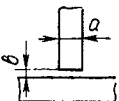
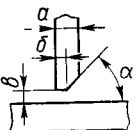
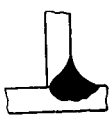

Детали малых толщин сваривают преимущественно с отбортовкой кромок. Предельная толщина отбортовки не должна превышать 2,5 мм. Отбортовкой кромок достигают увеличения жесткости и уменьшения коробления детали при сварке. При сварке кромки должны полностью расплавляться. Только в этом случае обеспечивается хорошее формирование шва и легкое удаление остатков флюса после сварки.

При толщине детали 2—5 мм применяют соединения с V-образной разделкой кромок и углом раскрытия 60—70°. Их рекомендуют сваривать с одной стороны и при возможности подваривать с противоположной.

Разделять кромки следует механическим способом на строгальных или фрезерных станках с удалением заусенцев и со скруглением острых переходов.

Кромки свариваемых деталей, а также присадочные прутки перед сваркой необходимо тщательно зачищать от грязи, масла, краски напильником, шпателем или металлической щеткой на ширину 20—40 мм с каждой стороны шва и затем обезжиривать растворителями.

ТИПЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Тип соединения	Подготовка кромок	Сварное соединение	Размеры, мм
Встык с отбортовкой			$a = 0,5 \div 2,5$
Встык без разделки кромок			$a = 0,8 \div 1,5$; $b = 0 \div 1,0$; $a = 1,5 \div 5$; $b = 0,8 \div 2$
Встык с V-образной разделкой кромок			$a = 3 \div 5$; $b = 1,5 \div 3$; $\delta = 1,5 \div 1,8$; $a = 5 \div 10$; $b = 2 \div 3$; $\delta = 1,6 \div 2,5$; $\alpha = 60 \div 70^\circ$
Встык с X-образной разделкой кромок			$a = 10 \div 20$; $b = 3 \div 5$; $\delta = 2,5 \div 3$; $\alpha = 60 \div 70^\circ$
Втавр	 	 	Допускается для металла толщиной 1—3 мм при полном проплавлении вертикального листа; $a = 1 \div 3$; $b = 0 \div 1,0$ Допускается для металла толщиной более 3 мм при полном проплавлении вертикального листа $\alpha = 60^\circ$; $b = 1 \div 1,5$; $\delta = 2 \div 3$;

Использовать этот инструмент для очистки деталей из другого материала запрещается. Не рекомендуется применять и абразивный инструмент. Обезжиривание осуществляют ветошью, смоченной в бензине или ацетоне. Подготовленные поверхности деталей следует сваривать не позже чем через 8 ч после обработки, иначе они снова сильно окислятся.

Присадочный материал. В качестве присадочного материала используют прутки, приготовленные из одноименных сплавов. Обычно присадочные прутки применяют в виде тянутой проволоки или специально отлитых стержней. В отдельных случаях вместо проволоки можно применять полосы, нарезанные из листового материала с сечением, равным диаметру сварочной проволоки.

Толщина свариваемых деталей, мм	До 1,5	1,6—3	3,1—5
Диаметр присадочного материала, мм	1,5—2,5	2,5—3	3—4

Продолжение

Толщина свариваемых деталей, мм	5,1—10	10—15	15,1—25	25—50
Диаметр присадочного материала, мм	4—6	5—8	5—8	8—10

Присадочный материал должен быть чистым, без трещин, расслоений и заусенцев. Проволоку поставляют в нагартованном состоянии в бухтах или прутках мерной длины. При отсутствии присадочного материала требуемой марки допускают отливку прутков из бракованных деталей соответствующего химического состава. Для сварки алюминиевых сплавов применяют прутки по ГОСТ 7871—63.

Сварку разнородных алюминиевых сплавов выполняют прутками из сплава Св АК-5. Сварку литейных алюминиевых сплавов — прутками того же состава, что и основной металл, или прутками из модифицированного силумина СвАК12 или Св АК5. Эти сплавы не вызывают красноломкости, обладают хорошей жидкотекучестью и небольшой усадкой при кристаллизации. Сплавы алюминий-магний сваривают прутками из сплава АМг, но с повышенным содержанием магния, что обеспечивает снижение температуры плавления. Увеличение содержания

магния в прутках до 7% повышает прочность металла шва.

Флюсы. Раскисление поверхности сварочной ванны от пленки окислов выполняют с помощью активных флюсов. Они содержат легкоплавкие смеси хлористых соединений, щелочных и щелочно-земельных элементов, к которым добавляют небольшое количество фтористых соединений. Наилучшими являются флюсы, имеющие в своем составе хлористый литий (табл. 19).

Таблица 19

СОСТАВЫ ФЛЮСОВ ДЛЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

№ флюса	Хлористый натрий	Хлористый калий	Хлористый литий	Хлористый барий	Фтористый натрий	Фтористый калий	Фтористый кальций	Фтористый магний	Кислый серно-кислый натрий	Криолит
АФ-4А	28	50	14	—	8	—	—	—	—	—
1	30	45	15	—	—	7	—	—	3	—
2	45	30	10	—	—	15	—	—	—	—
3	33	45	15	—	—	7	—	—	—	—
4	19	29	—	48	—	—	4	—	—	—
5	39	50	—	—	8	—	—	—	3	—
6	41	51	—	—	8	—	—	—	—	—
7	32	46	—	—	9	4	—	3	—	6

Флюсы используют в виде порошков или паст. Последние получают разведением порошкообразных смесей в воде (лучше дистиллированной) или в спирте до сметанообразного состояния. Для разведения флюса применяют фарфоровую, стеклянную или эмалированную посуду. Разводить флюс нужно только в необходимом количестве из расчета хранения его в течение 4—5 ч. Длительное хранение флюса в разведенном состоянии снижает его активность и он становится не пригодным для сварки. Флюс наносят на присадочные прутки и на свариваемые кромки деталей тонким слоем. Подавать флюс в зону сварки можно непосредственно присадочным прутком путем периодического погружения его конца в сосуд с флюсом. Флюс наносят на подготовленные кромки детали и на прилегающие к шву поверхности шириной, равной трехкратной ширине шва. При выполнении прихватки флюсом покрывают только прутки.

После сварки остатки флюса следует удалить с поверхности шва и прилегающей к нему зоны. Это делают

с целью предотвращения коррозии сварного соединения. Очищают швы металлической щеткой с последующей промывкой горячей водой, затем 5%-ным раствором азотной кислоты и снова горячей водой (50—70° С).

Соединения, с которых остатки шлака и флюса полностью удалить невозможно, следует сваривать негигроскопичными флюсами, не содержащими хлористых солей, т. е. составами, приготовленными на основе фтористых соединений щелочных и щелочно-земельных металлов. Остатки этих флюсов и образуемые ими шлаки не вызывают коррозии. К недостаткам этих флюсов относятся более высокая температура плавления, меньшая жидкотекучесть, выделение при сварке токсичных паров и плохое удаление комплексных шлаковых соединений с поверхности шва.

Техника сварки. При газовой сварке алюминий и его сплавы расплавляются быстро, в то время как пленка окислов алюминия остается еще не расплавленной и покрывает жидкий металл. По этой причине сварщику трудно заметить начало плавления. Поэтому нагревать алюминий нужно осторожно и не применять пламени большой мощности, иначе можно насквозь проплавить металл на значительной площади (табл. 20).

Таблица 20

РАСХОД ГОРЮЧЕГО ПРИ СВАРКЕ АЛЮМИНИЯ
И ЕГО СПЛАВОВ, л/ч

Горючее	Толщина металла, мм					
	До 0,8	1	1,2	1,5—2	3—4	5
Пропан	50	75	75—100	150—200	300—400	600
Природный газ . .	90	135	135—180	270—360	540—720	900
Керосин, бензин, г/ч	70	120	120—140	210—310	400—550	800

При газовой сварке пламя должно быть нормальным. Избыток кислорода или горючего недопускается, так как свободный кислород в газах пламени будет окислять алюминий с образованием трудноудаляемой тугоплавкой окиси алюминия. Избыток горючего в пламени приведет к сильной пористости шва. Сварку нужно выполнять левым способом в нижнем положении быстро,

располагая мундштук горелки под углом 20—45°, а пруток под углом 40—60° к поверхности металла. Движение горелки и присадочного прутка зависит от толщины свариваемого металла и протяженности шва. При сварке деталей встык толщиной до 3 мм горелке и прутку сообщают прямолинейное поступательное движение без поперечных колебаний.

Сварку листов следует начинать, отступив от конца кромок на расстояние 50—100 мм в зависимости от толщины изделия и вести к другому концу с последующей заваркой оставленного участка в обратном направлении. Сварку следует вести непрерывно и не отрывать пламя от ванны во избежание ее окисления. Вторичный проход горелкой по шву не допускается. При сварке толстых деталей горелке и прутку придают спиралеобразные движения. Соединения втавр целесообразно сваривать «в лодочку». Это позволяет получать высокопрочные швы без подрезов стенок основного металла.

Детали из алюминиевых сплавов сваривают в основном с общим предварительным подогревом до температуры 250—300°. Свариваемые кромки покрывают слоем флюса толщиной 2—3 мм, на присадочные прутки наносят флюс-пасту слоем толщиной 0,5—1 мм на сторону, трещину заваривают участками длиной 50—60 мм, начиная от ее середины и переходя к ее концам. Для получения мелкозернистого строения шва и устранения внутренних напряжений изделие из литого алюминиевого сплава после сварки подвергают отжигу при температуре 300—350° С с последующим медленным охлаждением.

Крупные отливки часто заваривают в нагревательных устройствах. Для защиты сварщика от теплового воздействия нагретого изделия необходимо применять на рабочем месте специальные тепловые экраны или закрывать деталь асбестовыми листами, оставляя открытыми участки, подлежащие сварке.

Заварку дефектных мест на мелких отливках выполняют с местным подогревом, осуществляемым сварочной горелкой или электронагревательным устройством. Температуру нагрева деталей контролируют термокарандашами. Детали располагают так, чтобы любое дефектное место можно было бы заваривать только в нижнем положении.

При сварке деталей с различной толщиной пламя горелки необходимо направлять на большее сечение. Но-

мер наконечника горелки выбирают в зависимости от средней толщины стенки. Места с коррозионными разрушениями вырубает зубилом до устранения черноты. При восстановлении внутренней резьбы изношенную или сорванную резьбу рассверливают. В отверстие вставляют чугунную или стальную коническую втулку с наружным диаметром в нижней части на 1—3 мм меньше номинального размера отверстия. После этого отверстие заваривают на всю глубину, а втулку удаляют и нарезают новую резьбу.

Большие пробойны заделывают куском сплава, форма которого соответствует форме отверстия, а состав сплава — составу металла детали.

Обработка сварных изделий после сварки. Наиболее эффективна термическая обработка, которая полностью или частично снижает остаточные напряжения, возникшие в изделии при сварке, а также повышает механические свойства материала вследствие улучшения структуры металла шва и околошовной зоны. Отливки из силумина сложной конфигурации целесообразно отжигать при температуре 300—350° С с выдержкой в печи в течение 2—5 ч. Отжигу подвергают также отливки, к точности размеров которых предъявляют жесткие требования.

Проковка сварных швов повышает механические свойства сварного соединения. Ее можно проводить в холодном и нагретом состоянии детали. Проковку швов в холодном состоянии проводят на деталях из чистого алюминия и сплавов алюминий-марганец путем частых равномерных ударов молотка. Проковку в нагретом состоянии обычно совмещают с отжигом. Эта операция способствует в основном снятию остаточных напряжений.

После сварки на поверхности изделия и вблизи шва находятся остатки флюса, которые разъедают алюминий. Поэтому изделие после сварки необходимо промывать горячей водой, а поверхность швов протереть волосяными щетками. Затем изделие следует погрузить в 2%-ный раствор хромовой кислоты, нагретой до температуры 80° С и выдержать в нем 5 мин с последующей промывкой в горячей воде и сушкой в сушильном шкафу при температуре 100° С или горячим воздухом (60—80° С). Качество промывки контролируют 2%-ным раствором азотнокислого серебра. При попадании капель раствора

на недостаточно очищенную от флюса поверхность на ней образуется белый осадок. В этом случае промывку требуется повторить.

НАПЛАВКА

Эффективное средство повышения в 2—3 раза долговечности работы деталей машин и механизмов в условиях механического или абразивного износа — наплавка их рабочих поверхностей твердыми сплавами. Наплавку применяют для упрочнения новых и восстановления изношенных деталей, используя электрические или газопламенные способы нагрева.

При газопламенной наплавке можно регулировать в широких пределах мощность пламени горелки, расстояние между мундштуком и поверхностью детали, температуру нагрева наплавляемой поверхности, количество наплавляемого сплава и размеры наплавочной ванны.

Газовую наплавку твердых сплавов выполняют двумя способами: прямым и косвенным. Прямой способ основан на плавлении твердых сплавов (литых прутков и порошков) при непосредственном воздействии пламени горелки; косвенный способ — на расплавлении порошка твердого сплава, предварительно нанесенного на поверхность, за счет теплопередачи детали при нагреве ее со стороны, противоположной наплавке.

Газопламенный нагрев позволяет избежать проплавления основного металла и перемешивания его с наплавляемым. Смешение основного и наплавляемого металлов не желательно, так как это ведет к снижению твердости и неравномерному распределению ее по толщине и площади наплавки.

Физические процессы, происходящие при наплавке твердых сплавов на черные металлы, во многом сходны с процессами при пайке. Образование металлических связей происходит на границе жидкого наплавляемого и твердого основного металлов.

Для образования прочных связей в биметаллическом соединении наплавленный металл необходимо привести

в тесный контакт с основным. В получении такого контакта основную роль играет явление смачивания. Процесс смачивания твердого основного металла расплавленным твердым сплавом приводит к образованию твердого раствора.

Смачиваемость затрудняется, если на поверхности основного металла имеются грязь, жир, окислы и т. д. Поэтому при наплавке особое значение приобретает подготовка поверхности основного металла. Активную роль в обеспечении смачивания выполняют флюсы, которые раскисляют поверхность основного и присадочного материалов.

Наплавочные материалы и флюсы При выборе твердого сплава для наплавки детали исходят из эксплуатационных требований, предъявляемых к износоустойчивому слою и условиям его работы.

Многие твердые сплавы обладают малой пластичностью и значительной хрупкостью и не могут обрабатываться с приложением ударной нагрузки. Детали, наплавленные твердыми сплавами, обрабатывают абразивом. Твердые сплавы применяют в виде литых прутков диаметром 6—8 мм и длиной 250—450 мм или порошков. Последние разделяют на гомогенные (однородные по химическому составу) и механические смеси.

Кроме того, необходимо соблюдение целого ряда требований:

1. Более низкая температура плавления присадочного материала по сравнению с температурой плавления основного металла (на 100° С).

2. Смачивание основного металла и растекание по его поверхности жидкого присадочного металла с образованием прочного диффузионного соединения.

3. Обеспечение спокойного расплавления без разбрызгивания присадочного металла и получение наплавленного слоя с заданной твердостью и износоустойчивостью, без трещин и пор.

4. Легкое всплывание на поверхность ванны и удаление при охлаждении шлаков, образующихся при наплавке.

В качестве литых твердых сплавов широко применяют сормайт № 1 и 2 (табл. 24), содержащий в своем составе значительное количество легирующих компонентов. Для наплавки могут быть применены и другие сплавы, полученные на основе белого чугуна, легированного не-

большим количеством хрома или марганца или обоими этими элементами. Белые чугуны обладают хорошей растекаемостью, имеют низкую температуру плавления и хорошо наплавляются пламенем заменителей ацетилена.

Литые сплавы — стеллиты (ВК2, ВК3) наплавлять заменителями ацетилена нельзя из-за повышенного образования пор в наплавленном металле, вследствие окислительного свойства пламени и наличия фосфористых сернистых соединений в горючих газах.

Поверхность присадочных прутков перед наплавкой должна быть тщательно зачищена от формовочной земли и других загрязнений.

Флюсом для наплавки служит техническая бура ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$). При наплавке голыми присадочными прутками техническую буру насыпают тонким слоем на поверхность, предварительно нагретую до вишнево-красного цвета. В процессе наплавки, если необходимо, буру вносят в ванну концом прутка, который периодически погружают в сосуд с порошкообразной бурой.

Для увеличения производительности труда и улучшения качества наплавки рекомендуется присадочные прутки из твердого сплава покрывать обмазкой, что позволяет не применять буру для флюсования наплавляемой поверхности. Производительность наплавки обмазанными прутками, по сравнению с наплавкой их голыми прутками, увеличивается в 1,5—2 раза. Поэтому, если имеется только бура, целесообразно предварительно покрывать прутки обмазкой. Это особенно важно при наплавке твердого сплава тонким слоем (0,3—0,5 мм).

Газопорошковую наплавку выполняют сплавами, на основе Cr—В—Ni или другой композиции с возможно большим свойством самофлюсования за счет легирования кремнием, марганцем и бором. К ним предъявляют требования, соблюдение которых упрощает технологию и повышает надежность ведения процесса:

1) форма частиц должна приближаться к сферической, что улучшает сыпучесть порошка и снижает возможность его непроходимости через канал бункера горелки;

2) размеры частиц должны быть в пределах 40—200 мкм; применение частиц размерами меньше 40 мкм ухудшает их сыпучесть и может послужить причиной загрязнения наплавленного металла включениями. Частицы большего размера не успевают достаточно прогреться

ся в пламени и плохо сцепляются с наплавляемой поверхностью;

3) температура плавления порошкового сплава должна быть ниже температуры плавления основного металла детали. Чем больше интервал, тем меньше диффузионная прослойка на границе наплавляемого и основного металлов; более легкоплавкий порошок требует меньшего нагрева наплавляемой детали и сокращает время наплавки;

4) порошок не должен содержать влаги; если в этом нет уверенности, порошок необходимо просушить при температуре 100°C в течение 1—2 ч, наличие в порошке посторонних частиц недопустимо.

В табл. 21 приведены рекомендуемые для наплавки горелками ГАЛ-2 и ГАЛ-6 порошковые сплавы. Газопорошковая наплавка обеспечивает: а) возможность получения тонких слоев толщиной 0,1—3 мм практически без расплавления основного материала; б) быстрый и равномерный нагрев частиц порошка, что улучшает металлургические условия формирования слоя наплавки; в) наплавку деталей с поверхностями различной кривизны в любом пространственном положении.

Потери порошка не превышают 10—15%. При соблюдении правильных приемов нанесения порошковых сплавов и работы горелки на ацетилене или пропане получают качественные покрытия деталей из низколегированных, нелегированных и хромистых сталей.

Подготовка поверхностей под наплавку. Поверхность детали, подлежащей наплавке, должна быть механически очищена от окалины, ржавчины, прокатной корки и других загрязнений — фрезерованием, строганием металлической щеткой, зубилом или напильником. Шлифовать поверхности под наплавку не рекомендуется, так как такая поверхность ухудшает сцепление наплавляемого металла с основным.

На шероховатой поверхности имеются микроскопические неровности, затекая в которые под действием капиллярных сил твердый сплав прочно сцепляется с основным металлом.

Заусенцы, раковины, чернота, трещины, местные неровности должны быть вырублены. Закаленные детали предварительно отжигают при температуре $750\text{—}900^{\circ}\text{C}$ для устранения внутренних напряжений. Наплавку производят на ровную поверхность или в канавку. Перед

СОСТАВЫ НАПЛАВОЧНЫХ СПЛАВОВ, %

Сплав	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера	Хром	Никель	Бор	Железо	HRC
Сормайт № 1	2,5—3,3	2,8—4,2	1,5	0,08	0,08	25—31	3,0—5,0	—	Остальное	40—55
Сормайт № 2	1,5—2,0	1,5—2,2	1,0	0,08	0,08	13—17,5	1,3—2,2	—	То же	40—45
НЧ (никелевый чугуn)	3,0	0,65—0,75	0,6—0,7	0,20	0,10	2,5	0,2—5,2	—	.	44—55
ОЧ (обмеленный чугуn)	3,0—4,0	0,6—1,2	0,4—1,1	0,80	0,18	—	—	—	.	51—55
ХЧ (хромистый чугуn)	2,6—3,0	1,2—1,5	0,5—0,8	0,2—0,8	0,08	1,2—2,0	—	—	.	45—54
ХМЧ (хромистомарганцовый чугуn)	2,6—3,0	1,2—1,5	1,0—1,5	0,2—0,5	0,08	1,0—1,5	—	—	.	45—48
СНГН-1	0,5—1,0	3,5—5,0	0,5—1,0	—	—	14—18	Остальное	3,2—4,2	3,0—5,0	56—58
ПГХН80СР-2	0,3—0,6	1,5—3,0	—	—	—	12—15	То же	1,5—2,5	≥5,0	35—40
ПГХН80СР-3	0,4—0,8	2,5—4,5	—	—	—	12—16	.	2,0—3,0	≥5,0	45—50
ПГХН80СР-4	0,8—1,0	3,0—5,0	—	—	—	13—17	.	2,5—4,0	≥5,0	55—60

наплавкой в канавку ее углы и кромки закругляют. Ширину и глубину канавки устанавливают техническими условиями работы детали с учетом доступа пламени горелки, диаметра прутка твердого сплава или порошка и равномерного прогрева всей внутренней ее поверхности.

Режимы и техника наплавки. При наплавке детали литыми прутками твердого сплава мощность пламени горелки следует устанавливать согласно данным табл. 13. Чтобы отрегулировать пламя, вначале дают избыток горючего, расход которого затем уменьшают, медленно вращая вентиль горючего газа горелки до тех пор, пока не появится яркое и резко очерченное ядро пламени с небольшим избытком горючего.

Наплавку лучше производить на деталь, предварительно нагретую до температуры 500—750°С. Подогрев детали предупреждает возможность ее деформации и образования микротрещин при охлаждении. Нагревать деталь можно непосредственно пламенем сварочной горелки или специальными газоздушными горелками.

Для защиты сварщика от воздействия теплового излучения нагретой детали последнюю устанавливают в термозащитное приспособление или между деталью и сварщиком устанавливают экран.

Массивные детали в процессе наплавки дополнительно нагревают пламенем второй горелки. При малых размерах детали сопутствующий подогрев не применяют.

Наплавку выполняют в нижнем положении. В зависимости от ширины наплавляемого слоя применяют односопловые или сетчатые мундштуки горелки ГЗМ-2, ГЗУ-2, ГС4-П или ГКР-2. Избыток горючего в пламени необходим для науглероживания поверхностного слоя металла наплавляемой детали с целью понижения температуры его плавления. В результате на поверхности детали появляется тонкая пленка расплавленного металла, так называемое «запотевание». В этот момент в пламя вводят конец присадочного прутка, который плавится и от воздействия флюса растекается по поверхности и соединяется с ней, образуя прочное соединение.

При наплавке на недостаточно нагретый основной металл наплавляемый жидкий металл собирается в виде капли. То же имеет место и при нагреве основного металла.

Наплавку следует осуществлять левым способом (пламя находится сзади присадочного прутка, рис. 32),

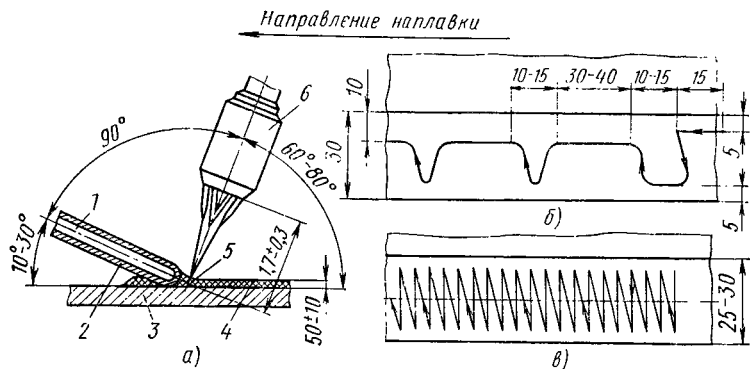


Рис. 32. Положение и движение горелки и присадочного прутка при наплавке:

а—положение мундштука и присадочного прутка при наплавке; *б*—движение горелки вдоль наплавляемой поверхности; *в*—движение прутка по наплавляемой поверхности; 1—присадочный пруток; 2—флюсующее покрытие; 3—основной металл; 4—наплавляемый металл; 5—ваина; 6—мундштук

непрерывным валиком или отдельными участками обратно-ступенчатым швом с перекрытием предыдущего наплавленного участка на длину 15—20 мм. Мундштук горелки при нагреве устанавливают под углом 60—80° к плоскости детали и им описывают круги, задерживая пламя в основании утолщенной части детали до тех пор, пока поверхность не нагреется до температуры отпотевания. Как и при сварке, при наплавке не допускается касание ядром пламени присадочного прутка и расплавленной ванны во избежание их перегрева и появления пористости в наплавленном металле.

При наплавке расстояние от торца мундштука до наплавляемой поверхности должно быть равным 50 ± 10 мм. Угол между мундштуком и поверхностью детали должен составлять 80° и его поддерживают постоянным во время плавки. Угол наклона присадочного прутка к наплавляемой поверхности составляет 10—30°.

По мере плавления прутка и формирования наплавленного слоя горелке сообщают поступательное движение вдоль линии наплавки. Конец прутка твердого сплава должен постоянно находиться в зоне пламени и в ванне расплавленного сплава, при этом прутку сообщают поступательное и поперечное движения для удаления пленки окислов с поверхности основного металла и получения надежного соединения наплавленного металла с

основным. При правильном режиме наплавки ванна наплавленного металла спокойная, с чистой зеркальной поверхностью, легко подвижна, хорошо растекается по поверхности. Для получения большей толщины наплавленного слоя деталь располагают под углом $8-15^\circ$ к горизонту.

Тонкий наплавленный слой получают при наклоне детали под углом $5-7^\circ$ к горизонту и наплавке сверху вниз. Угол наклона пламени мундштука к поверхности наплавки должен составлять $60-80^\circ$, а с присадочным прутом — $30-35^\circ$. Для увеличения производительности наплавки и получения высокого качества наплавленного слоя процесс целесообразно проводить в поворотных приспособлениях. При наплавке кольцевых швов изделие поворачивают в приспособлении так, чтобы вести процесс в нижнем положении или под углом не более 20° к горизонту.

Геометрические размеры наплаваемого слоя твердого сплава металла определяют исходя из требуемых размеров детали и припусков на механическую обработку.

При наплавке твердого сплава на углеродистую сталь или чугун деталь после наплавки подвергают медленному охлаждению в песке или в термостате, имеющем форму ящика, обложенного асбестом. Медленное охлаждение наплаваемой детали желательно во всех случаях, поскольку оно предупреждает возможность возникновения трещин в наплаваемом слое.

В процессе наплавки необходимо наблюдать за состоянием пламени, не допускать в нем избытка кислорода; в этом случае нагретая поверхность будет окисляться, наплавленный металл начнет собираться на отдельных участках в большие капли, покрытые пленкой тугоплавких окислов; не перегревать в течение продолжительного времени ванну расплавленного металла, чтобы не выгорали легирующие элементы твердого сплава; не делать длительных перерывов в работе; соблюдать постоянное расстояние от торца мундштука до поверхности наплавки — уменьшение расстояния может вызвать быстрый нагрев мундштука и привести к гашению пламени горелки и к дополнительной потере времени на зажигание и регулировку состава пламени; не допускать образования на зеркальной поверхности наплавочной ванны тугоплавкой пленки окислов хрома, свидетельствующей об избыт-

ке кислорода в пламени. При образовании окисной пленки необходимо увеличить расход горючего газа или уменьшить расход кислорода.

При наплавке рекомендуется наблюдать за равномерным и достаточным прогревом основного металла, определяемым вишнево-красным его цветом с отпотеванием наплавляемой поверхности.

В процессе наплавки под действием напора пламени впереди наплавочной ванны должен двигаться расплавленный флюс, подготавливающий поверхность детали для прочного соединения твердого сплава с основным металлом.

После наплавки допускается «разглаживание» наплавленного слоя пламенем горелки без применения присадочного прутка, это необходимо для получения минимального припуска под последующую механическую обработку.

Испытания на изгиб образцов, наплавленных сормайт-том, белым чугуном и чугуном, легированным хромом, показали, что трещины в наплавленном слое возникают при углах изгиба $8-35^\circ$, при этом наплавленный металл не отслаивается от основного.

Наплавка порошковыми твердыми сплавами. Наплавку деталей выполняют горелками ГАЛ-2 и ГАЛ-6. Ими можно быстро и экономично наносить на изделие высококачественные металлические защитные покрытия самого различного состава, которые устойчивы против коррозии, износа и нагрева.

В зависимости от выбранного порошкообразного присадочного материала твердость наплавки может колебаться от 35 до 60 *HRC*. Прочная металлическая связь с основным металлом достигается с минимальной опасностью коробления детали.

Толщина наплавки может быть от самого тонкого пленкообразного слоя до нескольких миллиметров. Вследствие равномерного распределения сплава на наплавляемой поверхности детали последующая обработка, которая требует значительной затраты времени, сводится к минимуму, в большинстве же случаев и вовсе становится излишней. При газопорошковой наплавке горелкой ГАЛ-2 поверхность детали сначала в месте наплавки подогревают пламенем горелки до температуры «отпотевания». Затем мундштук горелки располагают от поверхности детали на расстоянии, равном 1,5—2 длинам ядра

пламени и плавным нажатием на дозирующий рычаг горелки открывают доступ определенному количеству порошка в пламя. При прохождении через пламя крупинки твердого сплава оплавляются и осаживаются на изделии. Под действием теплоты пламени они тотчас сплавляются и прочно соединяются с поверхностью основного металла.

Таким путем создается весьма плотная структура и однородное соединение. При выполнении порошковой наплавки важно не допускать перегрева наплавочной ванны, так как из-за хорошей смачиваемости самофлюсующиеся сплавы легко растекаются, снижая толщину наплавляемого слоя. Кроме того, перегрев может вызвать химические реакции в наплавочной ванне с образованием газообразных продуктов, приводящих к пористости наплавленного слоя.

Разнотолщинность в месте наплавки при нагреве может вызвать появление трещин в наплавленном металле. Для их предотвращения в каждом конкретном случае устанавливают режимы предварительного подогрева и скорости охлаждения детали после наплавки.

Чтобы получить высокую плотность наплавленного металла, пламя должно быть с небольшим избытком горючего.

При наложении валика возможно появление в зоне нагрева окисленного слоя металла, затрудняющего последующую наплавку. В этом случае рекомендуется после нагрева поверхности детали до температуры 300—400°С порошок твердого сплава насыпать с расстояния 50 мм на всю предполагаемую поверхность наплавки слоем минимальной толщины. Этот прием обязателен при наплавке деталей из высоколегированных и в особенности высокохромистых сталей.

При достижении температуры плавления пыленосного слоя нажатием на рычаг включают подачу порошка. Мундштук горелки располагают на расстоянии 40—45 мм от наплавляемой поверхности детали. Это обеспечивает необходимый разогрев частиц порошка при переносе через пламя, снижает их потери и повышает равномерность наплавленного слоя. Плавление порошкового сплава определяют появлением на поверхности зеркального блеска, особенно при применении сплава на основе Cr—Br—Si—Ni. Некоторые порошковые сплавы имеют невысокую пластичность, поэтому для исключения растрескивания

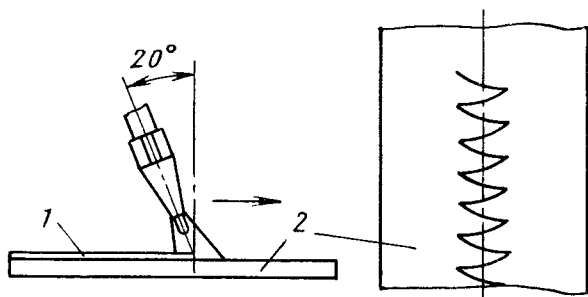


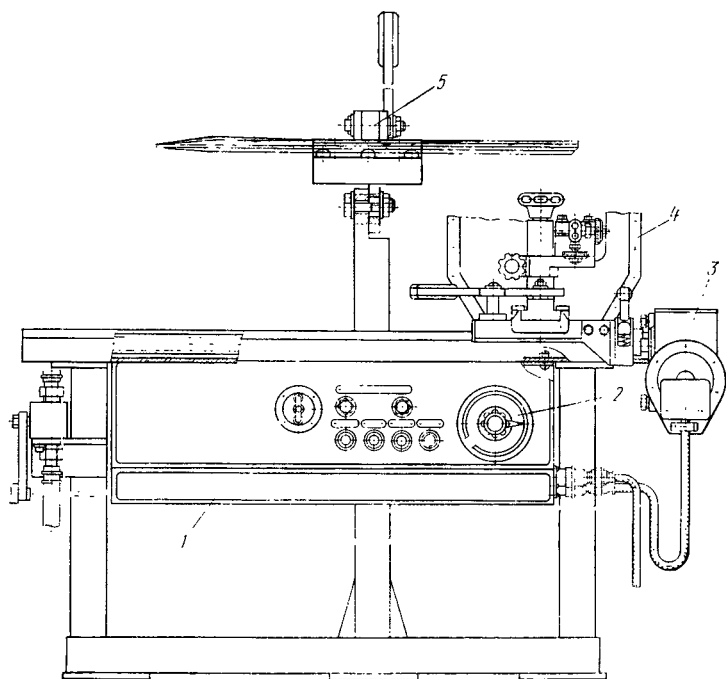
Рис. 33. Положение и траектория движения горелки при наплавке самофлюсующимися порошковыми сплавами:
1—наплавляемый слой; 2—образец

наплавленного металла необходимо соразмерять толщину слоя наплавленного металла с его шириной. Рекомендуется при толщине наплавленного металла 3—0,8 мм применять соответствующую ширину валика 13—50 мм.

Нагрев наплавочной ванны следует прекращать сразу после расплавления порошка, так как перегрев ванны затрудняет формирование наплавленного металла по высоте слоя. Неровности, наплывы, впадины на поверхности наплавки устраняются путем повторного плавления шва пламенем горелки.

Наплавку выполняют во всех пространственных положениях. Наиболее проста в технологическом отношении наплавка деталей в нижнем положении с небольшой рабочей поверхностью. В этом случае горелке сообщают минимальные колебательные движения (рис. 33). Технология нанесения покрытий на цилиндрические, конические и криволинейные поверхности аналогична приемам наплавки плоских поверхностей с той лишь разницей, что при наплавке кривых поверхностей ванна должна иметь меньшие размеры. Этим способом могут быть наплавлены вертикальные, горизонтальные, потолочные поверхности при ремонте деталей без разборки основного агрегата или узла.

Требует внимания наплавка деталей с резким перепадом толщин, в которых трудно обеспечить одинаковый по температуре предварительный подогрев наплавляемой поверхности, и избежать местные оплавления либо окисления отдельных участков. Обычный прием в этом случае — начальный нагрев деталей с их массивной части либо применение теплоотводов для тонких быстронагре-



вающихся частей деталей. Последовательность наплавления валиков выбирают исходя из требования допустимых деформаций и жесткости конструкции детали.

Детали, наплавленные горелкой ГАЛ-2 пропано-кислородным пламенем, имеют минимальный объем шлаковых включений и пор. Диффузионная прослойка не превышает 0,06 мм.

Спектральный анализ химических элементов наплавленного металла твердого сплава показывает, что исходный химический состав порошков в основном сохраняется. Заметное выгорание кремния объясняется повышенной окислительной способностью пламени газов-заменителей. По данным промышленности, детали, наплавленные порошкообразными твердыми сплавами (см. табл. 24), обладают износоустойчивостью в 1,5—2 раза большей, чем детали, упрочненные сплавом сормайт № 1.

Механизация процессов наплавки твердым сплавом. Станок СГЛ-3 (рис. 34) предназначен для наплавки ра-

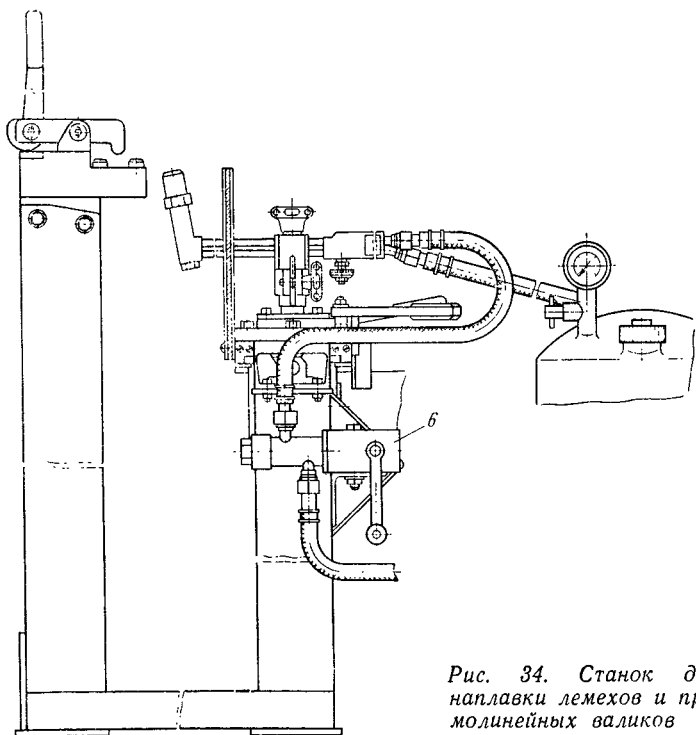


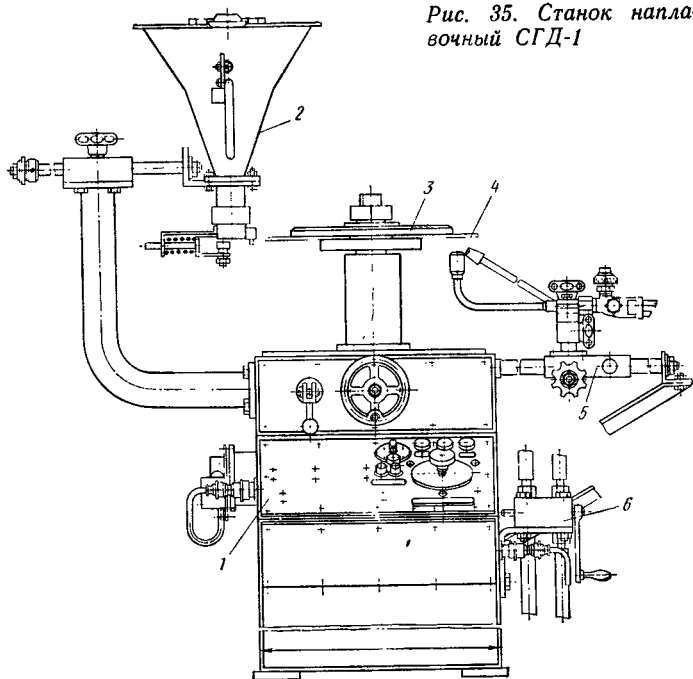
Рис. 34. Станок для наплавки лемехов и прямолинейных валиков

бочих поверхностей плужных лемехов, а также плоских деталей и заготовок толщиной до 10 мм при ширине наплавляемого слоя до 30 мм, толщине 0,5—2 мм и длине 700 мм за один проход горелки. На станине станка закреплены приспособление для установки наплавляемой детали и механизм 3 продольного перемещения суппорта с горелкой, пульт управления 1, газовый рубильник для подачи и выключения газов к горелке 6, тепловой экран 4, регулятор скорости 2, кулачковое зажимное устройство 5 и др. Нагрев выполняют горелками типа ГЗУ-2 или ГКР-1-67. Положение мундштука горелки относительно наплавляемого участка поверхности устанавливают устройствами суппорта.

Шихту определенной толщины наносят на наплавляемую поверхность детали с помощью специального дозирующего бункера.

При толщине заготовки 10 мм и толщине слоя твердого сплава 1,7—2 мм скорость наплавки составляет 50—80 мм/мин.

Рис. 35. Станок наплавочный СГД-1



Станок СГД-1 (рис. 35) предназначен для наплавки режущих кромок плоских дисков диаметром 300—600 мм, например дисковых ножей свеклокомбайнов. В нем использован тот же способ наплавки, что и в станке СГЛ-3. На станине станка расположены пульт управления 1, планшайба 3 с быстросъемным креплением диска 4, суппорт горелки 5, дозирующее приспособление 2 для нанесения шихты, сдвоенный газовый рубильник 6. Внутри станины смонтирован редуктор с приводом. Порошковую шихту наносят при ручном проворачивании планшайбы за один оборот с помощью штурвала.

Станок СГД-1 универсальный, он позволяет наплавлять диски различных типоразмеров. В комплект станка входит горелка ГЗУ-2-62-11 с тремя сетчатыми наконечниками.

При наплавке режущей кромки диска диаметром 375 мм толщиной 3 мм с шириной наплавленного слоя 40 мм и толщиной 0,5 мм продолжительность наплавки составляет 3,5—4 мин.

Для наплавки в качестве твердого сплава применяют порошковый сормайт № 1 в смеси с флюсом по ТУ ВНИИАВТОГЕНМАШ.

ПАЙКА

Пайкой называется процесс соединения металлов в твердом состоянии посредством расплавления более легкоплавкого присадочного металла — припоя.

Припой. Различают пайку высокотемпературными припоями, состоящими на основе меди и серебра, и пайку низкотемпературными припоями, в основе которых лежат оловянно-свинцовые сплавы. Высокотемпературные припои имеют температуру плавления выше 500°C и обладают достаточно высокой механической прочностью (до 50 кгс/мм^2). Температура плавления низкотемпературных припоев не более 400°C , и предел прочности не превышает 7 кгс/мм^2 .

Низкотемпературными припоями паяют вручную с нагревом соединяемых деталей паяльником, газовой горелкой или с помощью специальных установок для механизации процесса нагрева и пайки деталей. Последний способ находит применение в массовом производстве.

При пайке высокотемпературными припоями применяют газовые горелки с использованием газо-воздушного или газо-кислородного пламени. Соединение металлов посредством пайки осуществляют благодаря способности припоя смачивать поверхностный слой основного металла, а затем диффундировать в него. При этом между соединяемыми поверхностями образуется тонкий промежуточный слой закристаллизовавшегося припоя, обеспечивающий механическую прочность и плотность паяного соединения.

Большинство металлов и сплавов поддаются пайке; низкоуглеродистая и легированная сталь, медь и ее сплавы, никель и его сплавы, алюминий и др.

Детали, подлежащие пайке, должны быть тщательно очищены в месте спая от грязи, окалины и жиров механическими и химическими способами. Механическую очи-

стку выполняют металлической щеткой, наждачной бумагой и т. п. Химическую — травлением в кислотах с последующей промывкой и сушкой.

Припой должен обладать следующими свойствами: более низкой температурой плавления по сравнению с температурой плавления паяемых металлов; хорошей текучестью и смачиваемостью, чтобы заполнить зазоры соединяемых деталей; примерно одинаковой коррозионной стойкостью с соединяемыми металлами, должен быть недефицитен и дешев. Припои изготавливают в виде прутков, проволоки, полос, фольги, порошковой проволоки, порошка, пасты, закладных колец и т. д. Серебряные припои (ГОСТ 8190—56) применяют для пайки деталей из черных и цветных металлов и сплавов, к которым предъявляют высокие требования по механической прочности. Они хорошо растекаются и смачивают поверхности соединяемых деталей.

Припои ПСр 25 и ПСр 45 имеют наибольшее применение для пайки деталей из стали, меди и ее сплавов и обеспечивают механическую прочность паяного соединения (30—35 кгс/мм²). Припой ПСр65 рекомендуют для пайки, например, ленточных пил. Медно-цинковые припои (ГОСТ 1534—42) используют в качестве заменителей серебряных и низкотемпературных припоев (ГОСТ 1499—70) при пайке деталей из меди, латуни и бронзы. По прочности спая эти припои близки к серебряным, но более хрупки, их применяют в конструкциях, не работающих при ударных нагрузках. Добавка к медно-цинковым припоям до 1% Sn значительно улучшает механические показатели паяного соединения и расширяет область его применения.

Для пайки алюминия низкотемпературными припоями рекомендуют сплавы состава: 1) 25% Zn; 70% Sn; 5% Al; 2) 30% Zn; 10% Sn; 60% Zn; 3) 50% Zn; 45% Sn; 5% Al и др. Они обладают низкой коррозионной стойкостью, что ограничивает их применение для деталей, работающих в воде или влажном воздухе.

Для высокотемпературной пайки алюминия и его сплавов рекомендуются припои, содержащие не свыше 85% Al, с температурой плавления 577°С и 524—545°С, составов: 1) 10—12% Si; 0,7% Fe, остальное Al; 2) 28% Cu; 6% Si; 66% Al; 3) 10% Si; 5% Zn; 85% Al и др.

Швы, паянные этими сплавами, обладают удовлетворительной стойкостью против коррозии.

Флюсы. Назначение флюсов при пайке: освобождение поверхности паяемых металлов от окислов путем раскисления или растворения или перевода их в более легкоплавкие соединения; защита при нагреве поверхности металла и расплавленного припоя от окисления; уменьшение поверхности натяжения расплавленного припоя; улучшение растекаемости припоя и смачиваемости им соединяемых поверхностей.

Во всех случаях температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления припоя, а температура испарения флюса должна быть выше температуры плавления припоя.

В табл. 22 приведены составы флюсов для низкотемпературной пайки, обладающих высокой активностью и применяемых для пайки большинства цветных и черных металлов и их сплавов. Наиболее распространенный флюс — хлористый цинк, служащий также составляющей частью многих сложных флюсов, состоящих из трех и более компонентов.

Флюсы из хлористого цинка применяют в виде водного раствора (флюсы 1 и 6). Повышение активности флюса, состоящего из хлористого цинка, возрастает, если в него добавить хлористый алюминий (флюсы 2; 5 и 9).

При пайке деталей из коррозионностойкой стали следует применять флюсы с добавкой соляной кислоты (флюсы 3; 4 и 5), причем наилучшие результаты дает флюс 4.

Температурный интервал действия флюсов 1—6 составляет 220—245° С, что удовлетворяет условиям пайки деталей из меди, латуни, бронзы, низкоуглеродистой и коррозионностойкой сталей, цинка и чугуна. При пайке изделий, ранее луженных припоями ПОС-30 и ПОС-40, пролежавших на воздухе более 15 дней и значительно окислившихся, наилучшие результаты дает флюс 8.

Флюсы можно применять при самых разнообразных способах пайки: паяльником, нагревом в печах, газовыми горелками и др.

При пайке открытым пламенем флюсы 9 и 10 применять не следует, так как они содержат в своем составе горючие органические вещества. Флюсы 10, 11 и 12 рекомендуют для пайки цинка и его сплавов. Флюсы 3, 4, 7 и 8 имеют в составе соляную или ортофосфорную кислоты, которые оказывают сильное коррозионное воздействие на

ФЛЮСЫ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАЙКИ

[illegible]

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ФЛЮСЫ

Назначение флюсов	Марка	Состав, % по массе	
Пайка коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов латунию и другими тугоплавкими припоями с температурой плавления 900°С и выше	200	Борная кислота	70
		Бура прокаленная . . .	21
		Фтористый кальций . . .	9
Пайка коррозионностойких сталей, жаропрочных и медных сплавов серебряными припоями	209	Борный ангидрид	35
		Фтористый калий	42
		Тетрафторборат калия . .	23
Пайка меди, латуни, бронзы, стали	—	Бура кристаллическая плавная	100
То же	—	Бура плавная	90
		Борная кислота	10
		Фтористый калий	12—8
Пайка алюминия и его сплавов	34-A	Фтористый калий	12—8
		Фтористый литий	35—25
		Хлористый цинк	8—15
		Фтористый калий — остаточное	—
То же	ВФТ	Хлористый натрий	7
		Хлористый магний	6
		Хлористый литий	15
		Хлористый цинк	12
		Хлористый натрий	20
		Хлористый калий	40

ценное место пайки наносят флюс, затем соединение нагревают паяльником или газовоздушной горелкой (ГВП-2, ГВП-3, ГВП-4 или ГВПН-1). Чтобы избежать на участке спая перегрева, выгорания флюса, окисления припоя, горелке сообщают возвратно-поступательное движение. Как только соединение нагревается до рабочей температуры, подается припой, который за счет теплоты нагретых деталей расплавляется и затекает в зазор шва.

После этого пламя отводят от детали и дают припою затвердеть. Для лучшего затекания припоя в зазор шва поверхность металла в месте спая, если это возможно, предварительно облуживают тонким слоем припоя, после чего производят сборку и пайку деталей.

При пайке как высокотемпературными, так и низкотемпературными припоями очень важно повышение экономичности процесса. В связи с этим необходимо применять хотя бы простейшие приспособления и разработать такую технологию, при которой в процессе пайки одних узлов другие нагревались пламенем той же горелки. Соединяемые детали следует конструировать так, чтобы в собранном состоянии в месте соединения образовался узкий зазор, способствующий легкому растеканию жидкого припоя. Перед пайкой детали должны быть собраны и закреплены в кондукторе или приспособлении для исключения нарушения их взаимного расположения. Места, подлежащие пайке, должны быть покрыты флюсом. Пайку деталей выполняют в нижнем положении.

Таблица 24

МОЩНОСТЬ ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ ПРИ ПАЙКЕ

Горючее	Расход газа на 1 мм толщины, л/ч
Ацетилен	100
Пропан	60
Природный или городской газ	150—180
Керосин, бензин	140—160 г/ч

Состав пламени регулируют в зависимости от вида припоя и металла детали. При пайке медно-цинковыми припоями пламя горелки регулируют на окислительный режим. При пайке детали серебряными припоями пламя устанавливают с небольшим избытком горючего (табл. 24).

При нагреве места спая на него периодически наносят порошкообразный флюс. Нагрев осуществляют равномерно с кольцевым или возвратно-поступательным движением горелки.

При нагреве деталей из разнородных металлов или различной толщины пламя горелки направляют на ту часть соединения, металл которого имеет большую теплопроводность или толщину стенки. После того, как спай нагрелся до температуры плавления припоя в факел пламени вводят офлюсованный конец прутка или проволоки до соприкосновения с местом спая. Под воздействием теплоты нагретого соединения и теплоты пламени припой расплавляется и затекает в зазор соединения. Часть

припой под действием напора пламени смещается и в силу жидкотекучести равномерно распределяется по всему периметру паяемого соединения.

Количество припоя должно быть всегда больше возможного наибольшего объема зазора в соединении.

После пайки деталь подвергают медленному охлаждению. Паяные соединения из цветных металлов охлаждают водой. Если в качестве флюса применяли буру, быстрое охлаждение способствует максимальному ее удалению с поверхности шва и близлежащих участков

Таблица 25

ДЕФЕКТЫ ПАЙКИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Характер дефекта	Причина дефекта	Способы устранения
Плохое затекание припоя в зазор паяемых деталей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточный нагрев деталей 2. Незатекание флюса в зазор 3. Недостаточная очистка поверхности соединяемых деталей 4. Неправильно принятая конструкция или неправильная сборка паяемого соединения: <ol style="list-style-type: none"> а) малый зазор, б) зазор велик и нет условий для его заполнения припоём, в) перекося деталей, при сборке припой затекает с одной стороны 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличить мощность пламени или время нагрева 2. Обильно флюсовать 3. Обеспечить наиболее полное удаление с поверхности деталей окалины, искр и других загрязнений: <ol style="list-style-type: none"> а) увеличить зазор; б) уменьшить зазор за счет лучшей подгойки; в) сборку производить в приспособлении
Перегрев и перегор паяемого металла	Большая мощность пламени горелки, излишнее время нагрева детали	Уменьшить мощность пламени, сократить время нагрева
Шлаковые включения в шве	Несоответствие температуры плавления флюса температуре плавления припоя	Подобрать флюс, соответствующий припою и паяемому металлу
Плохое смачивание припоём паяного металла (припой собирается сферическими каплями)	Плохая подготовка деталей под пайку, мало флюса, перегрев или недогрев деталей	Зачистить поверхности, обильнее флюсовать, догреть или охладить детали

металла. Для полного удаления буры изделие погружают на 5—10 мин в 10%-ный раствор серной кислоты с последующей промывкой водой.

Высокотемпературную пайку алюминия выполняют следующим образом. Вначале соединение в месте пайки очищают металлической щеткой и промывают бензином или 10%-ным раствором едкого натра и травят раствором азотной кислоты. Затем на место спая наносят кисточкой флюс и газовоздушным пламенем нагревают соединение до температуры плавления флюса. Подводят припой, который, расплавляясь, заполняет зазоры соединения и обеспечивает требуемые механические показатели паяного соединения.

По окончании пайки место очищают от остатков флюса и шлака и промывают щелочным раствором и теплой водой, а затем протирают чистой тканью.

Операцию пайки должен выполнять опытный паяльщик, равномерно разогревающий разностенные детали в месте спая до рабочей температуры и вводящий в нужный момент определенное количество припоя.

Брак, возникающий при пайке (табл. 25), может быть исправлен. Для этого следует нагреть деталь до температуры плавления припоя и разъединить спаянные элементы. После этого заново зачистить соединяемые поверхности и повторно произвести пайку.

ГАЗОПЛАМЕННАЯ ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ

Для газопламенной очистки металлоконструкций от окалины, ржавчины и старой краски можно применять однопламенные и многопламенные горелки ГЗУ-2-I и II, ГҚР-1-67 и ГПО-2. Для очистки больших поверхностей используют линейные мундштуки с шириной фронта пламени 100—200 мм.

Процесс газопламенной очистки металла основан на быстром интенсивном нагреве его поверхностного слоя при минимальном отводе теплоты в металл за счет теплопроводности. При этом вся непрочно соединенная с поверхностью металла окалина подвергается быстрому терми-

ческому расширению, растрескивается и отслаивается от основного металла. Это происходит вследствие разности их коэффициентов теплоемкости и линейного и объемного расширения. Поверхности, подвергающиеся коррозионному воздействию атмосферы, кроме ржавчины имеют еще смесь солей и кислот, которые, будучи гигроскопичными, склонны поглощать и удерживать влагу. Такие поверхности, как бы тщательно их ни обрабатывали, механическими средствами очистить невозможно.

Ржавчина и соли разрушаются только газовым пламенем горелки, которое удаляет из них адсорбированную физически и химически связанную влагу и превращает их в черный порошок — черный магнетит. Рыхлую ржавчину и мелкий порошок легко удаляют проволоочными щетками, сметают мелкой волосяной щеткой или обтирают ветошью. Обдувку поверхности после пламенной очистки применять не рекомендуется, так как в сжатом воздухе содержатся масла и влага.

Газопламенная обработка поверхности позволяет покрывать ее масляными красками или другими красящими веществами. Теплота, переданная в металл пламенем, повышает подвижность краски и ускоряет испарение растворителей. При этом методе создаются благоприятные условия для получения более плотного и прочного пленочного покрытия без возникновения в нем пузырей и пустот. Поверхностную очистку пламенем и окраску необходимо производить совместно. За сварщиком, выполняющим пламенную очистку поверхности, должен следовать помощник, очищающий ее металлической щеткой и окрашивающий краской.

Производительность и качество пламенной очистки зависят от мощности, температуры и концентрированности пламени, соотношения газов в горючей смеси, расстояния между вершинами ядер пламени и очищаемой поверхностью и скорости перемещения горелки.

Для очистки применяют жесткое окислительное пламя с повышенной скоростью истечения смеси из сопл мундштука. Пламя горелки регулируют так, чтобы при свободном горении на воздухе ядра пламени на большей части мундштука отрывались от сопл, а при соприкосновении с очищаемой поверхностью оседали на кромки отверстий. Высокий напор пламени более эффективно разрушает и удаляет с поверхности металла слои ржавчины и т. п.

Эффективность использования тепловой мощности пламени и скорость очистки зависят от угла наклона горелки к обрабатываемой поверхности, равного 45—60°. Чем больше угол наклона, тем меньше потери теплоты в окружающую среду и выше скорость нагрева поверхности металла. По этой причине горелку следует перемещать с большой скоростью, превышающей скорость передачи теплоты в металл за счет теплопроводности.

Скорость перемещения горелки устанавливают в зависимости от местных условий работы, характера удаляемого слоя окалины, ржавчины или старой краски, температуры окружающей среды, влажности воздуха, положения очищаемой поверхности в пространстве и других факторов. Например, у кипящих сталей окалина очищается легче, чем у спокойных, и поэтому скорость движения горелки по металлу может быть принята большей. Производительность очистки на ветру меньше, чем в помещении. Влажные поверхности обрабатываются более медленно, чем сухие, и т. д. Правильность выбранной скорости движения горелки при очистке поверхности металла от ржавчины оценивают по образованию на поверхности черного порошка. Если скорость недостаточна, то в порошке появляются серебристые полосы, а металл подвергается перегреву и короблению. Производительность очистки составляет 5—20 см/с. Скорость 5 см/с применяют при очистке толстых листов и при работе однопламенными горелками.

Горелку перемещают «от себя» и «на себя» или возвратно-поступательным образом с небольшим смещением в сторону. Предпочтительнее перемещать горелку «на себя». Это обеспечивает более равномерную скорость перемещения горелки и предотвращает возможность засорения сопл мундштука отлетающими от поверхности частицами окалины или ржавчины. Стальные листы следует очищать в направлении проката, его определяют после двух пробных проходов во взаимно перпендикулярных направлениях.

Чтобы избежать образования на поверхности очищаемого изделия шероховатостей в продольном направлении, мундштук горелки следует располагать под углом 30° к направлению движения, так чтобы создавался сплошной фронт пламени. При таком приеме каждый следующий проход горелки должен перекрывать предыдущий на 15—20 мм.

При толстом слое ржавчины или краски поверхность следует очищать в два-три прохода. Каждый последующий проход выполняют после удаления продуктов очистки и полного охлаждения металла. Металлическими щетками очищают не позднее 5—7 мин после пламенной очистки. Рекомендуется применять вращающиеся щетки. Очищенная поверхность металла должна иметь однородный цвет. Окраску необходимо выполнять пока температура поверхности выше температуры окружающего воздуха. Если металл уже остыл, то его следует снова быстро подогреть для осушения поверхности и устранения возможности осаждения на ней влаги, поскольку она препятствует сцеплению краски с металлом.

Ориентировочно для очистки 1 м² поверхности стали от ржавчины требуется 10—40 л пропана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колтунов П. С. и Некрасов Ю. И. Сравнительные испытания горелок для пропано-бутано-кислородной сварки. — «Сварочное производство», 1963, № 11, 27—29 с.
2. Нечаев В. Д. Газопламенная очистка поверхности стали. — «Сварочное производство», 1967, № 1, 27—28 с.
3. Нечаев В. Д. Пропано-бутано-кислородные сварочные горелки ГЗУ-2-62 и ГЗМ-2-62. — «Сварочное производство», 1964, № 3, 29—31 с.
4. Шашков А. Н., Некрасов Ю. И. и Кудряшов Л. Н. Пропано-бутано-кислородное пламя при сварке углеродистых сталей. — «Сварочное производство», 1966, № 5, 19—22 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Горючие газы — заменители ацетилена	4
Характеристика пламени заменителей ацетилена	11
Оборудование для газопламенной обработки металлов	14
Сварка стали	39
Сварка чугуна	47
Сварка алюминия и его сплавов	62
Наплавка	71
Пайка	85
Газопламенная очистка поверхности	93
Список литературы	96

Юрий Иванович Некрасов

ГАЗЫ—ЗАМЕНИТЕЛИ
АЦЕТИЛЕНА

Редактор издательства
Т. Е. Черешнева

Технические редакторы
Л. Т. Зубко и Е. П. Смирнова

Корректор *А. М. Усачева*
Художник *Ф. Ю. Элинбаум*

Сдано в набор 14/VI 1974 г.
Подписано к печати 28/VIII 1974 г.
Т-16114 Формат 84×108^{1/32}
Бумага типографская № 1
Усл. печ. л. 5,04 Уч.-изд. л. 5,15
Тираж 31 000 экз. Заказ № 1063
Цена 21 коп.

Издательство «Машинноестроение».
107885, Москва, Б-78,
1-й Басманный пер., 3

Московская типография № 8
Союзполиграфпрома
при Государственном комитете
Совета Министров СССР по делам
издательств, полиграфии
и книжной торговли,
Хохловский пер., 7.

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
АВТОГЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
ВНИИАВТОГЕНМАШ

БИБЛИОТЕКА ГАЗОСВАРЩИКА

Ю. И. Некрасов

ГАЗЫ—ЗАМЕНИТЕЛИ АЦЕТИЛЕНА

Под редакцией

И. А. АНТОНОВА и Д. Л. ГЛИЗМАНЕНКО



Москва «Машиностроение» 1974

СЕРИЯ «БИБЛИОТЕКА ГАЗОСВАРЩИКА»

Антошин Е. В.	Газотермическое напыление покрытий
Асиновская Г. А., Журавицкий Ю. И.	Газовая сварка чугуна
Асиновская Г. А., Любалин П. М., Колычев В. И.	Газовая сварка и наплавка цветных металлов и сплавов
Быков В. В., Файзулина Т. С.	Газовые резаки
Быков В. В., Файзулина Т. С.	Газопламенные горелки
Васильев К. В.	Плазменно-дуговая резка
Ковальский В. А.	Ацетиленовые генераторы
Коровин Л. И.	Газопитание сварочных участков
Крикунова И. И., Некрасов Ю. И.	Газовая сварка пластмасс
Некрасов Ю. И.	Газы — заменители ацетилена
Спектор О. Ш.	Кислородно-флюсовая резка
Трофимов А. А., Сухинин Г. К.	Машинная кислородная резка
Трофимов А. А., Сухинин Г. К.	Ручная кислородная резка

