

## Раздел 6. ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ СТАЛЕЙ И ЧУГУНА.

### 6.4 Сварка нержавеющей и кислотостойких сталей.

**Сварку нержавеющей высокохромистых сталей** выполняют в смесях аргона с  $O_2$  или с  $CO_2$  [5, 6, 103]. При сварке этих сталей в зоне термического влияния наблюдается рост зерен и образование закаленного участка, обладающего высокой твердостью и хрупкостью. Стали 08X13 толщиной до 16–20 мм, 12X13 до 12 мм и X13 до 10 мм при малой жесткости соединений сваривают без предварительного и сопутствующего подогрева. При сварке сталей 08X13 и 12X13 проволоками Св-10X13 и Св-06X14 металл шва обладает высокой прочностью и хрупкостью. Для снижения прочности и повышения ударной вязкости до значений, близких к основному металлу, необходим отпуск при температуре 700 °С. В случае невозможности выполнить термическую обработку после сварки сталь 08X13 рекомендуется сваривать проволоками аустенитного класса Св-06X25Н12ТЮ, Св-13X25Н18 и др., обеспечивающими получение аустенитно-ферритных швов, обладающих высокой пластичностью. Сварные соединения на сталях 12X13 и 20X13 требуют обязательного высокого отпуска сразу же после сварки. При сварке стали 20X13 толщиной 10–12 мм без предварительного подогрева, рекомендуют использовать проволоку Св-08X14ГТ, которая снижает вероятность холодных трещин в шве, и обеспечивает удовлетворительные механические свойства сварного соединения после высокого отпуска. Сталь 1X17Н2 толщиной до 8,0 мм можно сваривать без предварительного подогрева. В случае, когда сварные соединения не подвергаются действию кислот, то для сварки можно использовать проволоки Св-10X13 и Св-06X14, которые после отпуска при 700 °С в течение трех часов обеспечивают получение швов, близких по механическим свойствам к основному металлу. При сварке жестких соединений во избежание образования трещин в кратерах требуется их полная заварка. Если соединения на стали 1X17Н2 подвергаются действию кислот, то для сварки рекомендуется использовать проволоку Св-08X18Н2ГТ. После отпуска при 700 °С сварные соединения обладают вполне удовлетворительными механическими свойствами. Аустенитные проволоки при сварке стали 1X17Н2 не обеспечивают необходимых прочностных и пластических свойств шва, поэтому эти проволоки могут быть использованы только в тех случаях, когда соединения не испытывают значительных нагрузок.

Кислотостойкую сталь 1X17 рекомендуется сваривать аустенитными проволоками типов X20Н15, Св-06X25Н12ТЮ и которые обеспечивают получение металла шва с удовлетворительными механическими свойствами. После сварки требуется отпуск при 760 °С. Для сварки соединений, работающих в кислотах, рекомендуется использовать проволоку Св-06X25Н12ТЮ.

**Сварка кислотостойких хромоникелевых сталей [5, 6, 106]** Использование активных защитных газов ( $Ar+O_2$ ,  $Ar+CO_2$ , и  $CO_2$ ) обеспечивает окисление водорода, серы и фосфора. В результате повышается прочность швов против образования горячих трещин. Помимо этого содержание силикатных включений в швах меньше, чем при сварке под флюсом и ручной дуговой сварке. Недостатком сварки в активных газах является повышенная потеря Ti и снижение коррозионной стойкости, а также образование на поверхности швов трудноудаляемой окисной пленки. Одним из способов предотвращения образования пленки является подача небольшого количества флюса. Флюс, расплавляясь, покрывает тонким слоем шов и защищает его от окисления.

При сварке конструкций однопроходными швами из стали X18H9T малых толщин, предназначенных для работы в слабоагрессивных средах и в атмосферных условиях, можно использовать проволоки Св-06X19H9T и Св-08X20H9Г7Т. Металл шва имеет дезориентированную аустенитно-ферритную микроструктуру (рис. 5.4), удовлетворительные механические свойства и достаточно высокую стойкость против общей и межкристаллитной коррозии [5, 6]. Состав металла шва зависит как от рода активного газа, так и от состава электродной проволоки (табл. 5.7).

Таблица 5.7

*Химический состав металла сварного соединения на стали X18H9T, сваренного в различных активных газах*

Объект исследования	Защитный газ	Химический состав, %					
		C	Mn	SI	Cr	Ni	Ti
Св-06X19H9T	–	0,08	0,99	0,59	18,5	9,60	0,55
Сталь X18H9T	–	0,09	0,90	0,50	18,0	10,21	0,50
Шов	Ar	0,08	0,95	0,54	18,2	9,83	0,48
	Ar+1%CO <sub>2</sub>	0,08	0,93	0,51	18,2	9,82	0,42
	Ar+5%CO <sub>2</sub>	0,08	0,92	0,48	18,2	9,83	0,38
	Ar+20%CO <sub>2</sub>	0,09	0,91	0,47	18,3	9,88	0,368
	CO <sub>2</sub>	0,09	0,87	0,45	18,4	10,10	0,26

*Примечание: постоянный ток, обратная полярность, I<sub>св</sub> = 230–280 А, U<sub>св</sub> = 25–27 В, V<sub>св</sub> = 25 м/ч, расход газа 12 л/мин.*

Потеря титана бывает наименьшей при сварке в смеси  $Ar+1\%O_2$ . С увеличением кислорода, а также добавлением  $CO_2$  потери титана увеличиваются. При сварке в чистом углекислом газе потери титана максимальны. Содержание углерода в шве при сварке в углекислом газе зависит от его содержания в проволоке. Так, при содержании в проволоке 0,03–0,07 %C содержание его в шве увеличивается примерно до 0,08–0,12%. При содержании углерода в проволоке 0,08–0,10%С содержание его в шве остается постоянным. При содержании в проволоке более 0,12–0,14%С наблюдается снижение содержания углерода.



Для сварки в углекислом газе и смесях  $Ar+O_2$  и  $Ar+CO_2$  сталей X18H9, X21H6, X17H5Г9 и X17H4Г9 рекомендуют использовать электродные проволоки Св-08Х20Н9С2БТЮ и Св-07Х18Н9ТЮ. Для сварки сталей X21H6М2Т и X17H13М2Т рекомендуют проволоки Св-06Х19Н10М3Т и Св-06Х20НПМ3ТБ. Для сварки сталей X14Г14Н, X14Г14НЗТ, X17АГ14 необходимы проволоки, идентичные по химическому составу свариваемой стали. При выборе активного газа следует стремиться к получению минимального разбрызгивания. Для этого следует выполнять сварку в смесях  $Ar+O_2$ ,  $Ar+15\%CO_2$ . Тонкий металл, вертикальные и потолочные швы рекомендуется выполнять импульсно-дуговой сваркой.

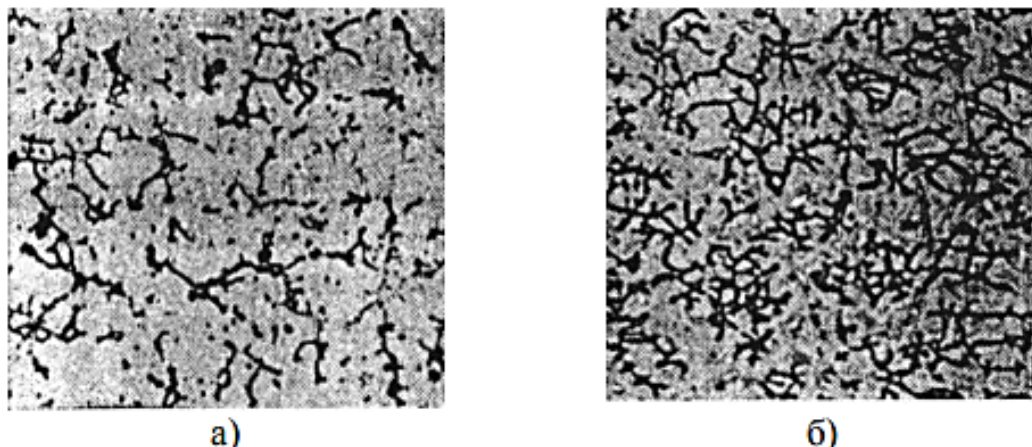


Рис. 5.4. Микроструктура металла шва (x 130) на стали 1X18H9T,  $b=3$  мм, сваренного в  $CO_2$  проволокой диаметром 2 мм:  
а) Св-06Х19Н9Т; б) Св-08Х20Н9Г7Т

**Сварка оцинкованной стали.** Оцинкованный металл применяется для изготовления систем вентиляции, контейнеров, кузовов автомобилей и др. изделий, большей частью малых толщин. Толщина слоя цинка на металле колеблется, обычно, в пределах от 3 до 150 мкм. Сварка оцинкованной стали сопряжена с выгоранием цинка и выделением токсичных газов. Значительное попадание цинка в сварочную ванну приводит к образованию пор и трещин. Для предупреждения попадания цинка в шов обычно производят его удаление механическим путем или выжиганием газовой горелкой. Сварка в защитных газах тонкими проволоками, обеспечивая малую зону разогрева, позволяет сваривать оцинкованный металл без удаления слоя цинка. На практике применяются два способа сварки оцинкованной стали в защитных газах: сварка в  $CO_2$  проволоками типа Св-08ГС и Св-08Г2С диаметром 0,8–1,2мм или порошковой проволокой типа Megafil диаметром 1,0–1,2мм и сварка бронзовыми проволоками типа МНЖКТ, Св-БрКМц3-1или GS-CuSi3 по DIN1733 в  $Ar+1\%O_2$ ,  $Ar+He$  или в  $Ar$ . Сварку в  $CO_2$  выполняют на пониженных напряжениях с частыми короткими замыканиями на малом токе при питании от выпрямителей с повышенными скоростями

нарастания тока короткого замыкания. Технология сварки обеспечивает малую зону разогрева и малое выгорание цинка, и незначительные деформации тонколистовых конструкций.

Применение бронзовых проволок, имеющих малую температуру плавления (910–1025 °С) при дуговой сварке обеспечивает расплавление проволоки без расплавления кромок стальных листов. Такой процесс является дуговой пайкой. Расплавившаяся проволока сплавляется с цинком и не повреждает защитное покрытие. Механические свойства соединения такие же, как паянного соединения. Для уменьшения теплового воздействия и разогрева изделия рекомендуется сварка с пульсирующей подачей проволоки и отрывом электрода [8].