

Характеристика основного металла 09Г2С

Химические свойства

Из справочника [1] выясняем химический состав основного металла - сталь 09Г2С (ГОСТ 19282 -73)

Таблица 1.1 Химический состав стали 09Г2С

Марка стали	Содержание химических элементов, %							
	С	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
09Г2С	0.12	1.4-1.8	0.17-0.37	≤0.3	≤0.3	≤0.3	0.04	0.04

Исходя из химического состава, Сталь 09Г2С относится к низкоуглеродистым ($C < 0.24\%$), низколегированной (суммарное количество легирующих элементов $< 5\%$), перлитного класса. Сталь не имеет в составе химически активных элементов, которые будут учтены при выборе способа сварки.

Механические свойства

В справочнике [1] находим механические свойства этой стали.

Таблица 1.2 Механические свойства стали 09Г2С

Марка стали	Временное сопротивление разрыва σ_B , кг/мм ²	Граница текучести σ_T , кг/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость a_n , кг/см, при – 40 С ⁰
09Г2С	Не менее			
	45	30	21	4

Свариваемость

Проверяем склонность металла шва к возникновению горячих трещин при наиболее неблагоприятных условиях (содержание легирующих примесей).

$$HSC = \frac{C * (S + P + 0.01 * Si + 0.04 * Ni)}{3 * Mn + Cr + Mo + V}$$
$$HSC = \frac{0.12 * (0.04 + 0.035 + 0.01 * 0.8 + 0.04 * 0.3)}{3 * 1.3 + 0.3}$$

Поскольку $HCS=0.0027 < 0.004$, ниже допустимых границ, то металл не имеет склонности к образованию горячих трещин.

Проверяем возможность образования холодных трещин при наиболее неблагоприятных условиях (при максимальном количестве легирующих примесей)

$$HSC = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}$$
$$HSC = 0.12 + \frac{1.7}{6} + \frac{0.8}{24} + \frac{0.3}{40} + \frac{0.3}{5} + \frac{0.3}{13} + \frac{0.035}{2} = 0.545$$

$C_{ЭКВ}=0,545 > 0.4... ..045$, -металл имеет склонность к образованию холодных трещин, когда содержание легирующих элементов достигает максимальных значений. Однако в реальных условиях такое соотношение легирующих примесей маловероятно. Но в заводских условиях надо контролировать состав стали по соответствующим сертификатам.

В целом сталь можно отнести к хорошосвариваемой при среднем содержании легирующих элементов.

Проблемы, которые возникают при сваривании сталей этого класса и методы борьбы с ними

1. Поры.

Поры могут вызвать:

- CO – из-за выгорания углерода. Для предотвращения реакции выгорания углерода сварочная проволока должна быть с раскислителями (Св-08ГА, Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-10Г2).
- N₂ - может попадаться в сварочную ванную из воздуха, при ненадежной защите.
- H₂ - (Влага (H₂O) может быть: на электродах, флюсе, в баллоне с CO₂. Также источником водорода является ржавчина (Fe₃O₄ · nH₂O), масла (углеводные C_nH_m), которые могут присутствовать в зоне сварки).

Способы предотвращения образования пор:

- Металлургические (H+F → HF↑; H+O → OH↑).

Вместе с металлургическими методами применяют и технологические:

- Надежная защита зоны сварки от азота;
- Прожаривание электродов, флюсов;
- Уменьшение скорости сварки, чтобы газы успели выделиться;
- Тщательное очищение кромок от ржавчины, смазочных масел, краски.

2. Горячие трещины.

При образовании легкоплавкой эвтектики Fe ($T_{пл Fe} < T_{пл стали}$) возникают жидкие прослойки, и тогда могут появиться горячие трещины. Для

предотвращения этого вводят Mn, который связывает S в более тугоплавкий сульфид ($Mn+S \rightarrow MnS$) и жидкие прослойки не образуются.

Для н/у сталей, которые содержат углерод по верхней границе (больше 0.20%), при сваривании угловых и корневых швов, особенно с повышенным зазором - возможно образование горячих трещин, из-за узкой глубокой формы провара с коэффициентом формы проплавления

$$\varphi_n = \frac{e}{h} = 0.8 \dots 1.2$$

Для предотвращения возникновения горячих трещин коэффициент формы проплавления (*opt* φ_n) должен быть: $\varphi_n \geq 1.3$.

3. Охрупчивание сварных соединений.

Переходить в хрупкое состояние н/у и н/л постоянные могут при отрицательных температурах ($(-20\dots-40\dots-70)^\circ C$). Этому оказывает содействие повышенное содержание N_2 и O_2 . Для предотвращения охрупчиванию в сталях ограничивают: $N_2 < 0.08\%$, $O_2 < 0.05\%$.

4. Обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом.

Механические свойства металла шва и сварного соединения зависят от его структуры, которая определяется химическим составом, режимом сварки, предшествующей и последующей термообработкой. Химический состав металла шва при сваривании н/у и н/л сталей немного отличается от состава основного металла. Эта разность сводится к снижению содержания углерода в металле шва, что приводит к уменьшению его прочности. Чем большее содержание углерода в металле, тем больше его прочность.

Легирование марганцем или кремнием повышает прочность металла шва. Увеличение скорости охлаждения металла шва также повышает его прочность, но при этом снижаются пластические свойства и ударная вязкость.