

# 1.1 СВАРИВАЕМОСТЬ СТАЛИ 12Х1МФ

## 1.1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

### Химические свойства

Из справочника [1] выясняем химический состав основного металла - стали 12Х1МФ (ГОСТ-20072-74 )

Химический состав стали 12Х1МФ

Табл.1.1.

Химический элемент	%
Углерод (С)	0.08-0,15
Ванадий (V)	0.15-0.30
Кремний (Si)	0.17-0.37
Медь (Cu), не более	0.20
Молибден (Mo)	0.25-0.35
Марганец (Mn)	0.40-0.70
Никель (Ni), не более	0.30
Фосфор (P), не более	0.025
Хром (Cr)	0.90-1.20
Сера (S), не более	0.025

Исходя из химического состава, сталь 12Х1МФ относится к низкоуглеродистым ( $C < 0.24\%$ ), низколегированной (суммарное количество легирующих элементов  $< 5\%$ ), перлитного класса. Сталь не имеет в составе химически активных элементов.

### Свариваемость

Проверяем склонность металла шва к возникновению горячих трещин при условии наиболее максимального содержания легирующих элементов и примесей.

$$HCS = \frac{C(S + P + 0.04Si + 0.01Ni)}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

$$HCS = \frac{0.15(0.025 + 0.025 + 0.04 * 0.37 + 0.01 * 0.03)}{3 * 0.4 + 0.9 + 0.25 + 0.15} = 0.0039$$

Поскольку  $HCS = 0.0039 < 0.004$ , входит в границы допустимых значений, металл не имеет склонности к образованию горячих трещин.

Проверяем возможность образования холодных трещин:

$$C_{ЭКВ} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$C_{ЭКВ} = 0.15 + \frac{0.7}{6} + \frac{1.2}{5} + \frac{0.2 + 0.3}{15} = 0.54$$

$C_{ЭКВ} = 0.54 > 0.4 \dots 0.45$ , -металл склонен к образованию холодных трещин, если содержимое легирующих элементов - максимальное. Однако, в реальных условиях такое соотношение легирующих элементов маловероятно, но обязательно надо контролировать состав стали по соответствующим сертификатам.

В целом сталь можно отнести к ограниченно-свариваемой.

## 1.2 ПРОБЛЕМЫ, КОТОРЫЕ ВОЗНИКАЮТ ПРИ СВАРИВАНИИ СТАЛЕЙ ЭТОГО КЛАССА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

### 1.2.1 ПОРЫ.

#### Причины, которые способствуют образованию пор:

CO - через выгорание углерода. Для предотвращения реакции выгорания углерода сварочная проволока должна быть с раскислителями (Св-08ГА, Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-10Г2).

N<sub>2</sub> - может попадаться в сварочную ванную из воздуха, при не надежной защите.

H<sub>2</sub> - (Влага (H<sub>2</sub>O) может быть: на электродах, во флюсе, в баллоне с CO<sub>2</sub>. Также источником водорода является ржавчина (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>·nH<sub>2</sub>O), масло (углеводные C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), что могут быть присутствуют в зоне сварки).

Мероприятия по предотвращению образования пор:

- Metallургические (H+F; HF; H+OB; OH).
- Технологические (тщательная очистка кромок от ржавчины, смазочных масел, краски).
- Надежная защита зоны сварки от азота.
- Прожаривание электродов, флюсов.
- Уменьшение скорости сварки, чтобы газы успели выделиться.

### 1.2.2 ХОЛОДНЫЕ ТРЕЩИНЫ

Холодные трещины это основная проблема при сваривании этой группы сталей. Чаще всего они образуются в околошовной зоне.

- Холодные трещины образуются постепенно (на протяжении 2...3 суток) при T < (300 ... 400)°C
- Наличие остаточных напряжений (особенно при наличии сложного структурного состояния).
- Наличие водорода

Наличие диффузионного водорода в зоне термического влияния вызывает появление напряжений II рода и для закаленной структуры с низкими свойствами пластичности может вызвать появление холодных трещин. Способность стали к закаливанию обычно оценивают эквивалентом углерода.

Для сталей предрасположенных к закаливанию борьба с насыщением сварного шва водородом одна из основных задач получения качественных сварных соединений.

Среди методов снижения количества растворенного водорода в металле шва выделяют технологические, которые обеспечивают снижение влажности сварных и сварочных металлов и уменьшение загрязненности органическими веществами, и металлургические, которые обеспечивают связывание водорода в растворе металла шва в соединения (H+F; HF; H+O; OH).

Также нужно использовать сварочные материалы, с малым содержанием водорода (например электроды с основным покрытием → достигают до 10мл/100гр. H<sub>2</sub> в шве).