



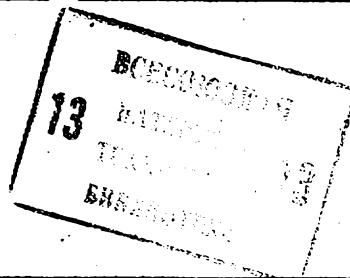
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1140918 A

4(51) В 23 К 35/30

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3528177/25-27

(22) 05.11.82

(46) 23.02.85. Бюл. № 7

(72) В.Е. Лазько, Л.Л. Старова,
М.Т. Борисов, И.Е. Лабзина, В.Д. Ни-
китин, Ю.А. Холодов, Б.С. Денисов,
А.И. Мейлах, М.И. Мамыкин и В.М. Яд-
ров

(53) 621.791.042.2(088.8)

(56) 1. Патент Японии № 52-22904,
кл. С 22 С 38/54, 1977.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 846185, кл. В 23 К 35/30, 28.02.80
(прототип).

(54)(57) СОСТАВ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ
преимущественно для сварки нержаве-
ющих сталей в защитной среде, содер-
жащий углерод, кремний, марганец,
хром, никель, молибден, вольфрам,
редкоземельные металлы, кальций,
цирконий, железо, отличающийся
тем, что, с целью повышения тре-

щиноустойчивости сварных соединений
при повторном нагреве до 500°C, он
дополнительно содержит магний и бор
при следующем соотношении компонен-
тов, мас. %:

Углерод	0,03-0,12
Кремний	0,1-0,5
Марганец	0,1-1,0
Хром	10-15
Никель	6-8
Молибден	0,3-1,0
Вольфрам	0,3-1,0
Редкоземельные металлы	0,01-0,06
Кальций	0,001-0,025
Цирконий	0,001-0,025
Магний	0,001-0,025
Бор	0,001-0,003
Железо	Остальное

при выполнении условий: молибден +
+ вольфрам = 0,6-1,3; цирконий +
+ кальций + магний = 0,003-0,07;

$$\frac{1 \text{ хром} + 3 \text{ молибдена} + 4 \text{ вольфрама} + 5 \text{ кремния}}{2 \text{ марганца} + 3 \text{ никеля} + 40 \text{ углерода}} = 0,6-0,75.$$

(19) SU (11) 1140918 A

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано для изготовления сплавов сварочной проволоки преимущественно для сварки высокопрочных нержавеющей сталей.

В современном машиностроении для изготовления деталей ответственного назначения, работающих в интервале температур 400 - 500°C, применяются нержавеющей высокопрочные стали. Сварка таких материалов известными сварочными проволоками не позволяет получить качественных соединений ввиду чувствительности к образованию трещин под действием повышенных (400 - 500°C) температур.

Известна сварочная проволока марки Св-10Х14Н5М при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	0,01-0,8	20
Хром	11,0-14,0	
Никель	1,0-6,0	
Марганец	0,2-2,5	
Кремний	0,2-0,6	
Молибден	0,3-1,5	25
Цирконий	0,001-0,025	
Кальций	0,001-0,025	
Магний	0,001-0,025	
Железо	Остальное	

при выполнении условия: цирконий + кальций + магний = 0,003-0,07. Эта марка сварочной проволоки обеспечивает получение качественных сварных соединений, равнопрочных основному металлу с высокой ударной вязкостью $A_{10} \geq 600$ кДж/м² при условии нагрева до температур менее 300°C [1].

Однако нагрев до температур 400 - 500°C и выдержка при этих температурах приводит к резкому понижению энергоемкости процесса распространения трещиноподобных дефектов ($A_{10} \leq 50$ кДж/м²) и возникновению трещин повторного нагрева.

Известна также сварочная проволока [2] для сварки высокопрочных нержавеющей сталей при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	0,005-0,1	50
Кремний	0,05-0,5	

Марганец	0,05-0,5
Хром	10-15
Никель	2-7
Молибден	0,3-1,5
Вольфрам	0,3-1,5
Кальций	0,001-0,05
Титан	0,01-0,15
Ванадий	0,01-0,15
РЗМ	0,01-0,06
Кобальт	0,1-4
Алюминий	0,01-0,2
Цирконий	0,01-0,15
Ниобий	0,01-0,15
Железо	Остальное

Однако известная сварочная проволока не обеспечивает высокую трещиностойкость металла шва при нагреве в интервале температур 400-500°C.

Цель изобретения - повышение трещиностойкости сварных соединений при повторном нагреве до 500°C.

Поставленная цель достигается тем, что состав сварочной проволоки преимущественно для сварки нержавеющей сталей в защитной среде, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, никель, молибден, вольфрам, редкоземельные металлы, кальций, цирконий, железо, дополнительно содержит магний и бор при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	0,03-0,12
Хром	10-15
Никель	6-8
Марганец	0,1-1,0
Кремний	0,1-0,5
Молибден	0,3-1,0
Кальций	0,001-0,025
Магний	0,001-0,025
Цирконий	0,001-0,025
Вольфрам	0,3-1,0
Редкоземельные металлы	0,01-0,06
Бор	0,001-0,003
Железо	Остальное

при выполнении условий: молибден + вольфрам = 0,6-1,3; цирконий + кальций + магний = 0,003-0,07;

$$\frac{1 \text{ хром} + 3 \text{ молибдена} + 4 \text{ вольфрама} + 5 \text{ кремния}}{2 \text{ марганца} + 3 \text{ никеля} + 40 \text{ углерода}} = 0,6-0,75.$$

Известно, что трещины повторного нагрева возникают, когда деформация ползучести, накопленная в рассматриваемом интервале хрупкости, превос-

ходит запас пластичности сварного шва. Отсутствие трещинообразования зависит от сопротивления металла проскальзыванию границ зерен (сило-

вой параметр) и способности претерпевать деформацию без разрушения (деформационный диаметр).

Микролегирование бором, очищая границы зерен и улучшая их структуру, повышает сопротивляемость проскальзыванию зерен и, улучшая их структуру, повышает сопротивляемость одно относительно другого, а магний, удаляя пленочные включения с границ зерен, повышает деформационную способность металла, тем самым в комплексе существенно увеличивая сопротивляемость трещинам повторного нагрева.

Общее содержание молибдена и вольфрама ограничено пределами, не вызывающими возникновения трещин повторного нагрева.

Определенное соотношение между содержанием хрома, молибдена, вольфрама и кремния как ферритообразующих элементов и никеля, марганца, углерода как аустенитообразующих элементов, ограничивает наличие в структуре металла шва дельта-феррита, способствующего охрупчиванию в процессе высокотемпературных нагревов, и обеспечивает получение мелкозернистого строения металла шва.

Пример. Для получения сварочной проволоки изготавливаются композиции составов, указанных в табл. 1. Из выплавленных сплавов указанных составов получают сварочную проволоку, которая используется при сварке стали ВНС-16 толщиной 15 мм в предварительно термически упрочненном состоянии. Сварные соединения испытываются на чувствительность к трещинам повторного нагрева и сопротивляемость к распространению трещин, а также на стандартные характеристики. При этом определяют: $\sigma_{пн}$ - сопротивляемость возникновения трещин повторного нагрева, МПа; $\alpha_{тн}$ - сопротивляемость развитию трещин при ударных нагрузках, кДж/м; $\sigma_{в}^{+20}$ - предел прочности сварного соединения при комнатной температуре, МПа; $\alpha_{н}$ - ударная вязкость с надрезом радиусом 1 мм, кДж/м². Берется среднее не менее трех испы-

таний. Данные испытаний приведены в табл. 2.

Для определения сопротивляемости трещинам повторного нагрева используются сварные образцы с надрезом по наплавленному металлу глубиной 1,5 мм и надрезом радиусом в вершине 1 мм. Образцы в специальной печи нагревают 1 ч до заданной температуры и прикладывают изгибающий момент постоянной по времени. За показатель склонности материала к трещинам повторного нагрева принимают минимальное значение напряжений, при котором возникает разрушение.

Наряду с этим проводят испытание в режиме постоянной скорости деформирования, при котором скорость перемещения крайних точек надреза сварного образца $25 \cdot 10^{-3}$ мм/мин. Момент разрушения образца фиксируют по резкому спаду кривой диаграммы напряжений - время (время испытания 6-12 ч). За показатель сопротивляемости материала трещинам повторного нагрева в этом случае принимают деформационную способность (f - прогиб образца, мм).

Как видно из табл. 2, механические и технологические свойства, трещиноустойчивость сварных соединений стали ВНС-16, выполненных предлагаемой проволокой, заметно превосходят показатели соединений, выполненных известным составом сварочной проволоки.

Использование предлагаемой сварочной проволоки для сварки нержавеющих сталей высокой прочности обеспечивает по сравнению с известными возможность эксплуатации сварных конструкций при повышенных до 500°C температурах, повышение сопротивляемости трещинам повторного нагрева, увеличение вязкости металла шва и его сопротивляемости развитых трещин при повышенных температурах.

Это значительно повышает качество и надежность изделий из указанных материалов и позволяет достичь значительного экономического эффекта путем снижения брака при сварке, повышения ресурса изделий и расширения его эксплуатационных возможностей.

Т а б л и ц а 1

Состав сварочной проволоки	Компоненты состава и их содержание, мас. %																	
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	Ca	Ti	V	PЗМ	Co	Al	Zr	Nb	Mg	B	Fe
1 (Известный, по нижнему пределу компонентов)	0,05	0,05	0,05	10	2	0,3	0,3	0,001	0,01	0,01	0,010	0,1	0,01	0,01	0,01	-	-	87,089
2 (Известный, по верхнему пределу компонентов)	0,1	0,5	0,5	15	7	1,5	1,5	0,05	0,15	0,15	0,06	4,0	0,2	0,15	0,15	-	-	68,99
3 (Предлагаемый, по нижнему пределу)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 (Предлагаемый, по верхнему пределу компонентов)	0,03	0,1	0,1	10	6	0,3	0,3	0,01	-	-	0,01	-	-	0,001	-	0,001	0,001	83,156
5 (Предлагаемый, по верхнему пределу компонентов)	0,12	0,5	1,0	15	8	0,3	1,0	0,025	-	-	0,06	-	-	0,025	-	0,02	0,003	73,947
6 (Предлагаемый, по верхнему пределу компонентов)	0,12	0,5	1,0	15	8	1,0	0,3	0,025	-	-	0,06	-	-	0,02	-	0,025	0,003	73,947
7 (Предлагаемый, оптимальный)	0,08	0,4	0,8	14	7,5	0,4	0,6	0,020	-	-	0,04	-	-	0,020	-	0,02	0,002	76,118

1140918

Состав сварочной проволоки	Свойства проволоки после нагрева до 500°C в течение 500 ч				
	$\sigma_{\text{нн}}$	σ_D^{+20}	σ_H^{+20}	$\sigma_{\text{тц}}$	$f, \text{ мм}$
1	380	1020	870	420	0,25
2	310	1130	850	385	-
3	510	1060	1100	480	0,48
4	490	1080	1090	465	-
5	800	1310	1280	600	0,55
6	630	1220	950	520	0,5

Составитель И. Попова

Редактор С. Саенко

Техред Л. Микеш

Корректор С. Шекмар

Заказ 382/12

Тираж 1086

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4