



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1298029 A1

(51) 4 В 23 К 35/362

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4019513/31-27

(22) 23.12.85

(46) 23.03.87. Бюл. № 11

(71) Институт электросварки им. Е. О. Патона

(72) И. К. Походня, Д. М. Кушнерев,
С. Д. Устинов, А. М. Зарубин и В. В. Головкин

(53) 621.791.04(088.8)

(56) Патент Японии № 53-73442,
кл. В 23 К 35/362, кл. 1978.

Авторское свидетельство СССР
№ 354964, кл. В 23 К 35/362, 03.05.71.

Авторское свидетельство СССР
№ 969488, кл. В 23 К 35/362, 07.05.81

Авторское свидетельство СССР
№ 1089904, кл. В 23 К 35/362, 11.02.83

(54) КЕРАМИЧЕСКИЙ ФЛЮС ДЛЯ СВАРКИ
НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

(57) Изобретение относится к сварке, в частности к керамическим флюсам для автома-

тической сварки низколегированных сталей. Целью изобретения является получение ударной вязкости металла шва, определяемой на образцах с острым надрезом, при температуре минус 40°C, при использовании низколегированных сварочных проволок. Введение в состав флюса ферротитана и ферробора при отношении титана к бору в пределах 4,23—17,1 позволяет получить оптимальную структуру металла швов. Высокая основность шлакообразующей основы флюса, отсутствие в нем свободного кремнезема и карбонатов при отношении суммарного содержания обожженного магнезита плавикового шпата и половины волластонита к суммарному содержанию электрокорунда, половины волластонита и двух третей силиката натрия в пределах 1,43—2,16 обеспечивают высокие технологические свойства флюса, в том числе и легкую отделимость шлаковой корки. 4 табл.

(19) SU (11) 1298029 A1

Изобретение относится к сварочным материалам, а именно к керамическим флюсам для автоматической сварки низколегированных сталей

Повысились требования к качеству металла сварных швов в отношении их хладостойкости. Если раньше порог хладостойкости металла шва определялся на образцах с круглым надрезом (тип VI), то в последние годы этот показатель оценивается по уровню ударной вязкости при отрицательных температурах, определяемой на образцах с острым надрезом (тип IX), что является значительно более жестким видом испытаний. Опыт показывает, например, что если критическая температура хрупкости металла шва, определяемая на образцах типа VI равна 60°C , то для того же металла критическая температура хрупкости, определяемая на образцах типа IX, равна примерно $15-20^{\circ}\text{C}$ ниже нуля. Вместе с тем сварные конструкции, изготовляемые с применением автоматической сварки под флюсом часто эксплуатируются при значительно более низких температурах чем минус 15°C .

В последнее время в судостроении, вагоностроении и других отраслях промышленности выдвигаются требования получения уровня ударной вязкости металла швов, определяемой на образцах Шарпи, не ниже 40 Дж/см^2 при температуре испытаний от -20 до -40°C .

Необходимым требованием к флюсу, кроме обеспечения высокой хладостойкости швов, являются также высокие сварочно-технологические свойства флюса (хорошее формирование швов с плавным переходом к основному металлу, легкая отделимость шлаковой корки, в том числе при сварке в глубокую разделку, отсутствие пор и трещин в металле шва)

Цель изобретения состоит в разработке керамического флюса для сварки низколегированных сталей, который с применением соответствующих низколегированных проволок должен обеспечивать получение уровня ударной вязкости металла шва (определяемой на образцах с острым надрезом) не менее 40 Дж/см^2 при температуре испытания минус 40°C , а также обладать хорошими технологическими свойствами в условиях многопроходной сварки, обеспечивать отсутствие дефектов в металле шва (пор, трещин, подрезов, зашлаковок и т. д.)

Эта цель достигается применением шлакообразующей основы флюса, имеющей высокий коэффициент основности, введением во флюс совместных микролегирующих добавок титана и бора, отсутствием во флюсе свободного кремнезема и силиката марганца, а также определенным соотношением компонентов флюса

Высокая основность предлагаемого флюса обеспечивается относительно высоким содержанием в нем MgO и CaF_2 , а также CaO , содержащемся в волластоните. Выбранное со-

отношение суммарного содержания MgO , CaF_2 и CaO к суммарному содержанию Al_2O_3 и SiO_2 , а также отсутствие во флюсе карбонатов, обеспечивают хорошие технологические свойства флюса (в том числе легкую отделимость шлаковой корки при сварке первых и последующих проходов, выполняемых в глубокой разделке)

Наличие SiO_2 во флюсе, необходимое для достижения хороших его технологических свойств, обеспечивается за счет применения волластонита ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) и силиката натрия (сухой остаток жидкого стекла). При этом кремнезем прочно связан в комплексные соединения, что снижает его активность в шлаке. Этому способствует также высокая основность флюса. При сварке под предлагаемым флюсом отсутствуют кремне- и марганцевосстановительные процессы, недопустимые с точки зрения засорения металла шва неметаллическими включениями.

Для получения оптимальной структуры металла швов, обеспечивающей высокую их хладостойкость, во флюс вводятся микролегирующие добавки: ферротитан и ферробор. При этом необходимым требованием является соблюдение соотношений титана к бору во флюсе в пределах $4,23-17,1$. Количество ферротитана и ферробора во флюсе выбирается с таким расчетом, чтобы в металле шва содержание титана находилось в пределах $0,01-0,04\%$, а бора $0,003-0,006\%$.

В качестве легирующего компонента во флюсе применен металлический марганец марки MrO в количестве $0,9-1,8\%$ из расчета получения концентрации марганца в металле шва в пределах $1,3-1,6\%$ (в зависимости от содержания марганца в проволоке). Применение во флюсе ферромарганца недопустимо из-за относительно высокого содержания в нем фосфора.

В табл. 1 приведены варианты состава предлагаемого флюса

Под этими флюсами были получены сварные соединения из сталей 10ХСНД, 09Г2С, 10Г2ФБ, 15Г2АФ, Х70 (трубной) толщиной $14-25 \text{ мм}$ с применением сварочных проволок Св-10НМА, Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-08ГНМ, Св-08ГНМТ, Св-10ГН2МДТ диаметром 4 мм . Режим сварки: $I_{\text{св}}=650-750 \text{ А}$; $U_{\text{г}}=32-38 \text{ В}$, $V_{\text{св}}=30-32 \text{ м/ч}$. Ток постоянный обратной полярности.

Химический состав и механические свойства металла швов приведены в табл. 2-4

В табл. 4 приведена также оценка технологических свойств вариантов предлагаемого флюса

Как видно из приведенных данных и прилагаемого акта испытаний, предлагаемый флюс имеет хорошие технологические свойства и обеспечивает уровень ударной вязкости металла шва (определяемой на образцах с острым надрезом) не ниже 40 Дж/см^2 при температуре -40°C .

Флюс должен найти широкое применение при сварке металлоконструкций из низколегированных сталей, к сварным соединениям которых предъявляются современные высокие требования по ударной вязкости, определяемой на образцах с острым надрезом (в судостроении, вагоностроении, строительстве и других отраслях промышленности). Применение заявляемого флюса дает возможность повысить качество, надежность и долговечность сварных металлоконструкций, работающих в условиях низких температур.

Применение предлагаемого флюса даст значительный экономический эффект за счет применения более простых стандартных сварочных проволок вместо дорогостоящих сложнoleгированных и более чистых по вредным примесям проволок, которые потребуются для получения высокой хладостойкости швов при использовании известных флюсов.

Формула изобретения

Керамический флюс для сварки низколегированных сталей, содержащий обожжен

ный магнезит, плавиковый шпат, электрокорунд, волластонит, марганец, силикат натрия, отличающийся тем, что, с целью повышения хладостойкости металла шва, определяемой на образцах на ударный изгиб с острым надрезом, при сохранении высоких сварочно-технологических свойств флюса он дополнительно содержит ферротитан и ферробор при следующем соотношении компонентов, мас. %

10	Обожженный магнезит	23—31
	Плавиковый шпат	24—27
	Электрокорунд	18—27
	Волластонит	11—16
	Марганец	0,9—1,8
15	Силикат натрия	8,3—9,2
	Ферротитан	0,5—2,3
	Ферробор	0,1—0,9

при этом отношение суммарного содержания магнезита, плавикового шпата и половины волластонита к суммарному содержанию электрокорунда, половины волластонита и двух третей силиката натрия выбрано в пределах 1,43—2,16, а отношение во флюсе титана к бору выбрано в пределах 4,23—17,1.

Т а б л и ц а 1

Компоненты и их соотношения	Содержание компонентов, мас. %, в вариантах флюса											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Магнезит обожженный	28,20	28,40	29,20	29,40	30,40	31,20	23,80	27,40	34,60	19,50	27,30	
Плавиковошпатовый концентрат	24,70	24,50	27,40	25,10	27,50	25,20	25,70	24,60	29,10	18,20	24,50	
Электрокорунд	21,10	20,90	18,30	17,40	18,40	18,40	27,50	21,00	15,50	29,10	22,70	
Волластонит	14,70	13,65	12,80	16,50	11,00	12,80	12,30	15,50	8,20	20,90	14,50	
Марганец металлический	1,38	1,36	1,37	1,65	1,38	1,38	1,84	0,90	1,36	1,36	1,32	
Ферротитан (=67%)	1,38	1,36	1,37	0,92	2,29	2,29	0,46	1,37	1,36	1,91	0,46	
Ферробор (=20%)	0,28	0,73	0,91	0,73	0,73	0,55	0,09	0,46	0,91	0,91	0,05	
Силикат натрия (сухой остаток жидкого стекла)	8,26	9,10	8,65	8,30	8,30	8,18	8,31	8,77	8,97	9,12	9,17	
$\frac{M + P + 1/2 B^*}{C + 1/2 B + 2/3 Ж}$	1,77	1,78	2,06	2,01	2,16	2,07	1,43	1,74	2,67	1,06	1,67	
Ti/B**	16,5	6,23	5,06	4,23	10,7	14,3	17,1	10,0	5,0	3,36	30,8	

*M, P, B, Э, Ж, — процентное содержание во флюсе магнезита, плавиковошпатового концентрата, волластонита, электрокорунда, силиката натрия соответственно.

**Ti и B — процентное содержание титана и бора во флюсе.

Т а б л и ц а 2

Вариант	Основной металл	Сварочная проволока	Содержание элементов в металле шва, %									
			C	Mn	Si	Cr	Mo	W	Ni	B	S	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	X70 (трубная)	Св-08ГНМТ	0,09	1,40	0,22	0,11	0,60	0,25	0,04	0,003	0,009	0,011
1	X70 (трубная)	Св-10ГН2МЛТ	0,08	1,51	0,19	0,12	1,49	0,29	0,04	0,003	0,008	0,013
2	09Г2С	Св-10НМА	0,12	1,42	0,30	0,11	0,5	0,27	0,02	0,004	0,010	0,023
2	09Г2С	Св-08МХ	0,10	1,41	0,32	0,29	сл	0,23	0,03	0,004	0,012	0,022
2	10ХСНД	Св-08МХ	0,09	1,38	0,35	0,32	0,28	0,31	0,02	0,003	0,010	0,023
2	10ХСНД	Св-08МХМ	0,07	1,41	0,28	0,33	0,11	0,30	0,02	0,004	0,008	0,012
2	10ХСНД	Св-10НМА	0,10	1,35	0,23	0,18	0,59	0,32	0,03	0,003	0,009	0,021
2	10Г2Фб	Св-08ГНМ	0,09	1,42	0,20	0,11	0,51	0,35	0,03	0,004	0,007	0,020
3	15Г2АФ	Св-10НМА	0,11	1,38	0,28	0,09	0,67	0,31	0,03	0,005	0,007	0,017
4	15Г2АФ	Св-10НМА	0,09	1,52	0,25	сл	0,61	0,33	0,02	0,003	0,010	0,019
5	X70 (трубная)	Св-08ГНМ	0,11	1,42	0,23	0,15	0,67	0,38	0,04	0,004	0,011	0,022
6	09Г2С	Св-10НМА	0,11	1,40	0,10	0,11	0,59	0,34	0,04	0,003	0,010	0,018
7	09Г2С	Св-10НМА	0,08	1,52	0,26	0,08	0,60	0,30	0,02	0,003	0,011	0,017
8	09Г2С	Св-08ГНМ	0,09	1,32	0,24	0,09	0,63	0,34	0,03	0,004	0,012	0,020
9	09Г2С	Св-10НМА	0,10	1,40	0,18	сл	0,61	0,31	0,003	0,006	0,009	0,018
10	09Г2С	Св-10НМА	0,08	1,28	0,41	сл	0,52	0,29	0,01	0,002	0,019	0,025
11	09Г2С	Св-10НМА	0,09	1,43	0,29	сл	0,50	0,30	0,01	сл	0,010	0,021

Т а б л и ц а 3

Вариант	Основной металл	Сварочная проволока	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %
1	2	3	4	5	6	7
1	X70 (трубная)	Св-08ГНМТ	720,4	542,2	23,4	52,6
2	X70 (трубная)	Св-10ГН2МЛТ	790,2	610,0	22,5	51,9
2	09Г2С	Св-10НМА	728,6	590,4	26,4	53,4
2	09Г2С	Св-08МХ	612,4	510,8	22,8	58,7
2	10ХСНД	Св-08МХ	685,0	412,4	24,6	58,0
2	10ХСНД	Св-08МХМ	650,7	426,2	28,7	63,6
2	10ХСНД	Св-10НМА	564,5	477,1	27,1	61,6
2	10Г2Фб	Св-08ГНМ	516,3	413,6	25,4	57,4
3	15Г2АФ	Св-10НМА	705,8	564,2	23,8	58,4
4	15Г2АФ	Св-10НМА	714,4	525,4	24,3	55,8
5	X70 (трубная)	Св-08ГНМ	701,6	591,8	28,6	62,4
6	09Г2С	Св-10НМА	584,2	418,3	29,0	63,8
7	09Г2С	Св-10НМА	612,1	417,2	26,4	57,5
8	09Г2С	Св-08ГНМ	597,3	409,3	24,8	59,4
9	09Г2С	Св-10НМА	582,4	412,7	28,7	59,8
10	09Г2С	Св-10НМА	538,5	406,4	21,0	51,8
11	09Г2С	Св-10НМА	567,6	401,6	20,2	51,0

Примечание. Приведены средние результаты испытаний не менее трех образцов (тип II).

Т а б л и ц а 4

Вариант	Основной металл	Сварочная проволока	Ан ₄₅ , Дж/см ² , при температуре испытаний, °С		Оценка технологических свойств флюса
			- 20	- 40	
1	X70	Св-08ГНМТ	$\frac{87-132}{115}$	$\frac{56-57}{63}$	Хорошее
2	X70	Св-10ГН2МДТ	$\frac{165-274}{222}$	$\frac{94-106}{97}$	- " -
2	09Г2С	Св-10НМА	$\frac{65-115}{82}$	$\frac{47-97}{65}$	- " -
2	09Г2С	Св-08МХ	$\frac{127-160}{141}$	$\frac{47-82}{65,4}$	- " -
2	09Г2С	Св-08МХ	$\frac{127-160}{141}$	$\frac{47-82}{65,4}$	Хорошее
2	10ХСНД	Св-08МХ	$\frac{65-115}{82}$	$\frac{47-97}{65}$	- " -
2	09Г2С	Св-08МХ	$\frac{127-160}{141}$	$\frac{47-82}{65,4}$	- " -
2	10ХСНД	Св-08МХ	$\frac{125-162}{147}$	$\frac{67-70}{68}$	- " -
2	10ХСНД	Св-08ХМ	$\frac{77-175}{140}$	$\frac{122-157}{137}$	- " -
2	10ХСНД	Св-10НМА	$\frac{65-155}{104}$	$\frac{40-72}{52,3}$	- " -
3	10Г2ФБ	Св-08ГНМ	$\frac{90-97}{93,8}$	$\frac{50-80}{68,2}$	- " -
3	15Г2АФ	Св-10НМА	$\frac{95-165}{131,5}$	$\frac{97-155}{135,5}$	Хорошее
4	15Г2АФ	Св-10НМА	$\frac{65-181}{141}$	$\frac{62-140}{99,9}$	- " -
5	X70	Св-08ГНМ	$\frac{72-112}{92,4}$	$\frac{40-70}{54,3}$	- " -
6	09Г2С	Св-10НМА	$\frac{42-182}{98,6}$	$\frac{52-123}{76,5}$	- " -
7	09Г2С	Св-10НМА	$\frac{96-118}{102,2}$	$\frac{74-98}{83,4}$	- " -
8	09Г2С	Св-08ГНМ	$\frac{84-98}{93,4}$	$\frac{62-76}{68,3}$	- " -

Продолжение табл. 4

Вариант	Основной металл	Сварочная проволока	Ан ₄₅ , Дж/см ² , при температуре испытаний, °С		Оценка технологических свойств флюса
			- 20	- 40	
9	09Г2С	Св-10НМА	$\frac{98-112}{106,2}$	$\frac{73-96}{84,3}$	Плохие
10	09Г2С	Св-10НМА	$\frac{62-74}{68}$	$\frac{35-51}{38,5}$	Удовлетворительное
11	09Г2С	Св-10-НМА	$\frac{36-44}{38,7}$	$\frac{25-37}{28,4}$	Хорошее

П р и м е ч а н и е. Приведены результаты испытаний не менее трех образцов на ударный изгиб, тип IX (с острым надрезом).

В числителе показаны минимальные и максимальные, а в знаменателе — средние значения ударной вязкости.

Редактор Г. Волкова
Заказ 730/15
ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Производственно полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4

Составитель И. Арест
Техред И. Верес
Тираж 976

Корректор А. Ильян
Подписное