



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1088904** **A**

3(50) В 23 К 35/362

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

**РПФК**

(21) 3551226/25-27

(22) 11.02.83

(46) 30.04.84. Бюл. № 16

(72) И.К.Походня, Д.М.Кушнерев  
и В.В.Головко

(71) Ордена Ленина и ордена Трудового  
Красного Знамени институт электро-  
сварки им. Е.О.Патона

(53) 621.791.04 (088.8)

(56) 1. Векслер М.Ф., Елагин А.В.  
Сварочные материалы и их применение  
в строительстве. М., Стройиздат,  
1976, с.93-101.

2. Патент Великобритании  
№ 1377961, кл. С 7 М 18.12.74.

3. Авторское свидетельство СССР  
№ 651927, кл. В 23 К 35/362, 21.08.77.

4. Авторское свидетельство СССР  
№ 354964, кл. В 23 К 35/362,  
03.05.71 (прототип).

(54) (57) КЕРАМИЧЕСКИЙ ФЛЮС ДЛЯ СВАР-  
КИ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ, содер-  
жащий магнезит обожженный, волластонит,  
плавиковый шпат, ферромарганец,  
силикокальций, алюминиевый порошок,  
двуокись алюминия, компоненты - окис-  
лители, отличающийся тем, что, с целью улучшения отдели-  
мости шлаковой корки при сварке в  
глубокую разделку, улучшения формиро-

вания металла шва и уменьшения гига-  
роскопичности флюса, в качестве ком-  
понентов - окислителей флюс содер-  
жит ильменитовый концентрат и сили-  
кат марганца, а двуокись алюминия  
введена в виде материала, содержа-  
щего не менее 90%  $\alpha$ -фазы  $Al_2O_3$ ,  
при следующем соотношении компонен-  
тов, мас. %:

Магнезит обожженный	25-35
Волластонит	12-24
Ильменитовый концентрат	4-12
Силикат марганца	12-24
Плавиковый шпат	6-10
Ферромарганец	0,4-2,3
Силикокальций	0,1-1,3
Алюминиевый поро- шок	0,1-0,8
Материал, содержащий не менее 90% $\alpha$ -фазы	

$Al_2O_3$  15-25,  
причем суммарное содержание ильмени-  
тового концентрата и 1/2 силиката  
марганца составляет 10-20%, суммар-  
ное содержание ферромарганца, силико-  
кальция и алюминиевого порошка - 1,5-  
2,5%, а отношение суммарного содер-  
жания магнезита обожженного,  $\alpha$ -фазы  
 $Al_2O_3$  и 1/2 волластонита к содержа-  
нию плавикового шпата составляет  
6,0-8,6.

(19) **SU** (11) **1088904** **A**

Изобретение относится к сварочным материалам, точнее к флюсам для механизированной дуговой сварки.

При сварке низколегированных сталей в тех случаях, когда к сварным соединениям предъявляются повышенные требования в отношении хладостойкости металла шва, чаще всего применяются плавненные флюсы АН-22, АН-17М и др. [1].

Однако эти флюсы не всегда обеспечивают высокие требования по ударной вязкости металла швов при низких температурах.

Известен керамический флюс для сварки ответственных конструкций [2], имеющий следующий состав, мас. %:

Плавиковый шпат	6 - 8
Карбонат кальция	30 - 35
Волластонит	8 - 12
Силикат кальция	До 7
Ферромарганец	1,6 - 2
Ферросилиций	1,7 - 2,3
Магnezит	14,5 - 17,5
Двуокись алюминия	3,5 - 4,5
Железный порошок	Остальное

Однако указанный флюс имеет не достаточно стабильные технологические свойства вследствие высокого содержания мрамора и отсутствия  $MnO$ .

Известен керамический флюс для сварки ответственных стальных конструкций [3], имеющий следующий состав, мас. %:

Глинозем	16 - 28
Плавиковый шпат	14 - 24
Кварцевый песок	8 - 14
Цирконовый концентрат	4 - 10
Волластонит	2 - 8
Ферромарганец	4 - 7
Рутиловый концентрат	Остальное

Данный флюс обладает высокими сварочно-технологическими свойствами, но не обеспечивает достаточно высокой хладостойкости швов из-за содержания во флюсе цирконового концентрата, который приводит к образованию большого количества неметаллических включений в металле шва, снижающих вязкость сварного соединения.

Известен керамический флюс для сварки низколегированных хладостойких сталей [4], обеспечивающий высокую ударную вязкость сварных соединений при отрицательных температурах и имеющий следующий состав, вес. %:

Магnezит	30 - 50
Марганцевая руда	2 - 8
Гематит	1 - 3
Плавиковый шпат	7 - 20
Волластонит	10 - 40
Глинозем (двуокись алюминия)	6 - 20
Мрамор	5 - 12
Алюминиевый порошок	0,5 - 3
Ферротитан	0,2 - 5
Ферромарганец	0,2 - 5
Силикокальций	0,1 - 3
Ферромолибден	0,5 - 3

Известный флюс, хотя и обеспечива-  
ет достаточно высокую хладостойкость  
металла швов, выполненных на низколе-  
гированных сталях ( $A_H 30-60 \text{ Дж/см}^2$   
при  $-70^\circ\text{C}$ ), не нашел широкого приме-  
нения из-за сравнительно невысоких  
его технологических свойств, трудной  
отделимости шлаковой корки при сварке  
первых проходов многослойных швов, вы-  
полненных в глубокой разделке, де-  
фектов формирования (особенно при по-  
вышении скорости сварки), и высокой  
гигроскопичности флюса.

В этом флюсе в качестве компонен-  
тов-окислителей применены мрамор, мар-  
ганцевая руда и гематит. Наличие в  
этом флюсе от 5 до 12 вес. % мрамора  
приводит к интенсивному газовыде-  
лению в процессе сварки (из-за дис-  
социации мрамора), что ухудшает тех-  
нологические свойства (формирование  
швов и отделимость шлака, особенно  
при сварке в глубокой разделке) и  
санитарно-гигиенические характе-  
ристики флюса. Использование в этом  
флюсе доступных сортов марганцевой  
руды неизбежно приводит к повышению  
содержания фосфора в металле шва.  
Кроме того, применение во флюсе та-  
ких активных окислителей, как мрамор,  
высшие окислы железа -  $Fe_2O_3$  (гематит)  
и марганца -  $MnO_2$  (марганцевая руда)  
создает высокоокислительную атмосферу  
в дуге, что требует интенсивного раскисления  
наплавленного металла. При этом  
дорогостоящие раскислители исполь-  
зуются нерационально. Кроме того,  
в этом флюсе используется обычный  
глинозем, применяемый в сварочных  
материалах и поставляемый по ГОСТ  
6912-64. Этот глинозем, представля-  
ющий собой полиминеральную смесь раз-  
личных модификаций  $Al_2O_3$  ( $\gamma$  -  $Al_2O_3$ ;  
 $\eta$  -  $Al_2O_3$ ;  $\rho$  -  $Al_2O_3$ ;  $\kappa$  -  $Al_2O_3$ ;

$\alpha$ - $Al_2O_3$ ;  $\beta$ - $Al_2O_3$  и лишь до 30%  $\alpha$ - $Al_2O_3$ ), является чрезвычайно гигроскопичным материалом. Он плохо смачивается жидким стеклом, что затрудняет процесс гранулирования керамических флюсов методом окомкования.

Цель изобретения - улучшение отделимости шлаковой корки в сварке в глубокую разделку, улучшение формирования металла шва и уменьшение гигроскопичности флюса.

Поставленная цель достигается тем, что керамический флюс для сварки низколегированных сталей, содержащий магнезит, обожженный, волластонит, плавленый шпат, ферромарганец, силикокальций, алюминиевый порошок, двуокись алюминия и компоненты-окислители, в качестве последних содержит ильменитовый концентрат и силикат марганца, при этом двуокись алюминия введена в виде материала, содержащего не менее 90%  $\alpha$ -фазы  $Al_2O_3$ , а компоненты флюса взяты в следующем соотношении, мас. %:

Магнезит обожженный	25 - 35
Волластонит	12 - 24
Плавленый шпат	6 - 10
Ферромарганец	0,4 - 2,3
Силикокальций	0,1 - 1,3
Алюминиевый порошок	0,1 - 0,8
Ильменитовый концентрат	4 - 12
Силикат марганца	12 - 24
Материал, содержащий не менее 90% $\alpha$ -фазы $Al_2O_3$	15 - 25

причем суммарное содержание ильменитового концентрата и 1/2 силиката марганца составляет 10-20 мас. %, суммарное содержание ферромарганца, силикокальция и алюминиевого порошка - 1,5-2,5 мас. %, а отношение суммарного содержания магнезита обожженного,  $\alpha$ -фазы  $Al_2O_3$  и 1/2 волластонита к содержанию плавленого шпата составляет 6,0-8,6%.

В предлагаемом флюсе с целью снижения его гигроскопичности и облегчения технологии изготовления (что входит в понятие сварочно-технологических свойств флюса) применен компонент, содержащий не менее 95%  $\alpha$ - $Al_2O_3$  (например, электрокорунд или высокопрокаленный глинозем).

Кроме того, применено комплексное микролегирование металла шва кальцием и алюминием с помощью силикокальция (до 1,3 мас. %) и алюминия порошка (до 0,8 мас. %), а также дополнительное легирование марганцем за счет ферромарганца, которое позволяет получать оптимальную структуру металла шва, основной составляющей которой является игольчатый феррит, что обеспечивает высокую хладостойкость швов при сварке ряда низколегированных сталей. Введение в состав флюса ферротитана и ферросилиция (как в известном флюсе - прототипе) не позволяет получить достаточного количества игольчатого феррита в структуре металла швов. Легирование металла шва молибденом и никелем целесообразнее производить с помощью применения проволок, содержащих эти элементы, а не вводя ферромolibден и никель во флюс (как это делается в известном флюсе-прототипе), так как значительные количества этих дорогостоящих компонентов неизбежно теряются в шлаковой корке.

В предлагаемом флюсе в качестве компонентов-окислителей применены ильменитовый концентрат и силикат марганца, действие которых значительно слабее, чем мрамора, марганцевой руды и гематита. Ильменитовый концентрат в отличие от рутила не является дефицитным материалом. Суммарное содержание ильменитового концентрата и 1/2 силиката марганца 10-20 мас. %. Данного количества окислителей достаточно для создания условий перехода сульфидных включений пленочного типа в металле шва в глобулярные окисульфиды, что способствует улучшению механических свойств сварного соединения.

С целью снижения содержания кислорода в шве, ухудшающего вязкость металла, в состав флюса вводят раскислители. Наличие вышеуказанного количества раскислителей во флюсе обеспечивает получение оптимального химического состава металла шва, обладающего высокими механическими свойствами при низких температурах, и является достаточным для раскисления металла сварочной ванны.

Сварочно-технологические характеристики флюсов во многом определяются их физико-химическими свойствами.

ми. Одними из наиболее важных показателей являются температура плавления шлака и его вязкость в расплавленном состоянии при температуре, близкой к температуре кристаллизации металла шва. Вводимые в состав флюса такие шлакообразующие компоненты, как обожженный магнезит, электроплавленный корунд и частично волластонит, повышают температуру плавления флюса и вязкость шлака при 1600°С, а плавиковый шпат снижает как температуру плавления флюса, так и вязкость шлака.

В табл. 1 приведены варианты состава флюса, которые подвергались испытаниям. Под этими флюсами были получены сварные соединения из низколегированных сталей 09Г2С, 10ХСНД и 15Г2АФД пс.

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

Как видно из приведенных данных, предлагаемый флюс имеет хорошие технологические свойства и обеспечивает высокий уровень ударной вязкости металла шва при отрицательных температурах. Флюс должен найти широкое применение для сварки ответственных узлов металлоконструкций из низколегированных сталей взамен керамического флюса [1], выбранного в качестве базового объекта. При этом будет получен значительный экономический эффект по сравнению с использованием базового объекта за счет снижения стоимости шихты флюса (отсутствия в ней ферромolibдена), возможности снижения трудоемкости сварки в результате более легкой отделимости шлаковой корки, возможности повышения производительности сварки, а также меньшего расхода флюса.

Т а б л и ц а 1

Компоненты	Содержание, мас.%, в партии флюса, №					
	1	2	3	4	5	6
Магнезит обожженный	35	25	27	34	31,2	32,7
Корунд электроплавленный	20,7	18,5	21	22,5	15	25
Силикат марганца	12	24	12	12	16	12
Волластонит	18	16	24	16	16	12
Ильменитовый концентрат	4	8	4	4	12	8
Плавиковый шпат	8	6	10	9	7,3	8
Ферромарганец	1	1,5	1,4	0,4	2,3	1
Силикокальций	0,8	0,6	0,5	1,3	0,1	0,8
Алюминиевый порошок	0,5	0,4	0,1	0,8	0,1	0,5

Т а б л и ц а 2

Химический состав металла швов, полученных при сварке  
под предлагаемым флюсом (мас.%)

Основной металл	Сварочная проволока	№ партии флюс	Химические элементы							
			C	Mn	Si	Mo	Ni	Cr	S	P
09Г2С	Св-10Г2	4	0,088	1,80	0,33	н/о	н/о	0,075	0,015	0,019
	Св-08МХ	6	0,079	1,10	0,33	0,19	н/о	0,800	0,016	0,017
	Св-08ХМ	5	0,082	1,30	0,44	0,20	н/о	0,310	0,015	0,018
	Св-10НМА	3	0,090	1,42	0,22	0,25	0,18	0,079	0,014	0,016
10ХСНД	Св-10Г2	1	0,101	1,42	0,30	н/о	0,21	0,30	0,016	0,013
	"	2	0,093	1,40	0,33	н/о	0,190	0,380	0,018	0,012
15Г2АФД пс	Св-10НМА	6	0,121	1,46	0,20	0,19	0,23	0,083	0,016	0,017

Т а б л и ц а 3

Прочностные характеристики металла швов, полученных при сварке под  
испытуемым флюсом

Основной металл	Сварочная проволока	№ партии флюса	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_s$ , МПа	$\psi$ , %
09Г2С	Св-10Г2	4	$\frac{562-575}{566}$	$\frac{457-462}{460}$	$\frac{30,6-32,0}{31,4}$	$\frac{67,7-68,0}{67,8}$
	Св-08МХА	6	$\frac{585-600}{590}$	$\frac{478-490}{481}$	$\frac{30,2-32,2}{31,7}$	$\frac{65,0-66,0}{65,8}$
	Св-08ХМ	5	$\frac{625-630}{627}$	$\frac{490-500}{496}$	$\frac{27,0-27,5}{27,3}$	$\frac{61,0-62,0}{61,5}$
	Св-10НМА	3	$\frac{730-741}{735}$	$\frac{586-606}{600}$	$\frac{24,0-21,3}{22,0}$	$\frac{59,9-59,9}{59,9}$
10ХСНД	Св-10Г2	1	$\frac{502-530}{521}$	$\frac{339-350}{346}$	$\frac{26,6-33,3}{32,0}$	$\frac{66,0-69,8}{68,4}$
		2	$\frac{509-572}{523}$	$\frac{371-424}{382}$	$\frac{22,3-34,0}{31,0}$	$\frac{64,0-75,0}{71,8}$
15Г2АФД пс	Св-10НМА	6	$\frac{760-765}{761}$	$\frac{586-617}{600}$	$\frac{19,0-20,6}{20,0}$	$\frac{51,0-55,6}{53,4}$

П р и м е ч а н и е: В таблице приведены данные испытаний не менее чем трех образцов по ГОСТ 6996-66 тип П.  
В числителе показаны минимальное и максимальное,  
а в знаменателе среднее значение результатов  
испытаний образцов.

Т а б л и ц а 4

Ударная вязкость металла швов, полученных при сварке под испытующим флюсом

Основной металл	Сварочная проволока	№ партии флюса	Ан Дж/см <sup>2</sup> при температуре, °С			
			+20	-40	-60	-70
	Св-10Г2	4	$\frac{205-232}{221}$	$\frac{104-124}{114}$	$\frac{72-102}{95}$	$\frac{20-51}{35}$
	Св-08ВМХ	6	$\frac{105-184}{156}$	$\frac{86-100}{93}$	$\frac{52-90}{80}$	$\frac{41-87}{80}$
	Св-08ХМ	5	$\frac{109-109}{109}$	$\frac{61-84}{66}$	$\frac{42-52}{48}$	$\frac{35-62}{57}$
	Св-10НМА	3	$\frac{161-185}{172}$	$\frac{111-157}{122}$	$\frac{105-111}{107}$	$\frac{102-117}{107}$
10ХСНД	Св-10Г2	1	$\frac{154-196}{168}$	$\frac{100-142}{124}$	$\frac{89-123}{101}$	$\frac{81-97}{86}$
	Св-10Г2	2	$\frac{254-119}{192}$	$\frac{126-176}{161}$	$\frac{104-142}{127}$	$\frac{87-108}{95}$
15Г2АФД пс Св-10НМА		6	$\frac{137-152}{143}$	$\frac{85-103}{95}$	$\frac{59-69}{64}$	$\frac{61-62}{61}$

П р и м е ч а н и е : В таблице приведены данные не менее чем трех образцов по ГОСТ 6996-66 тип.У1.  
В числителе показаны минимальное и максимальное, а в знаменателе - среднее значение результатов испытаний образцов.

Составитель Т.Арест

Редактор А.Лежнина Техред М.Надь Корректор А.Дзятко

Заказ 2784/12

Тираж 1037

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

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

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