

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **10887**

(13) **С1**

(46) **2008.08.30**

(51) МПК (2006)

В 22D 19/06

**(54) ЛЕГИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКИ
СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ**

(21) Номер заявки: а 20061084

(22) 2006.11.01

(43) 2008.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Клещенко Геннадий Иванович; Стефанович Василий Александрович; Гарновская Ольга Геннадьевна; Лесько Александр Михайлович; Захарченко Валерий Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 4267 С1, 2001.

Тимченко Е.И. и др. МиТОМ. - 1987. - № 5. - С. 44-45.

SU 1498587 А1, 1989.

SU 1615986 А1, 1992.

SU 1739653 А1, 1995.

JP 09-104928 А, 1997.

JP 07-062461 А, 1995.

(57)

Легирующий материал для электрошлаковой наплавки стальных заготовок формообразующей оснастки, содержащий стружку стали 5ХНМ и оксид ванадия, отличающийся тем, что дополнительно содержит алюминиевый порошок и азотированную стружку стали 5ХНМ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

оксид ванадия	5-7
алюминиевый порошок	0,30-0,35
азотированная стружка стали 5ХНМ	2-7
стружка стали 5ХНМ	остальное,

при этом азотированная стружка содержит 4,5-6,5 % азота.

Изобретение относится к спецэлектрометаллургии, а именно изготовлению стальных заготовок формообразующей оснастки с использованием метода электрошлаковой наплавки и нерасходуемых электродов.

Известен легирующий шихтовой материал [1], содержащий следующие компоненты, мас. %:

стружка стали 5ХНМ	95,7-98,5
легирующие брикеты	1,5-4,3,
причем состав брикетов следующий, мас. %:	
оксид ванадия V ₂ O ₅	15,5-16,5
углеродосодержащий компонент	17,0-19,5
окалина Fe _n O _m	65,0-66,5
жидкое стекло (сверх 100 % сухой композиции)	3-5.

ВУ 10887 С1 2008.08.30

ВУ 10887 С1 2008.08.30

Данный легирующий материал не обеспечивает достаточно высокого комплекса физико-механических свойств, необходимых для эффективной работы формообразующей оснастки горячего деформирования и ее высокой эксплуатационной стойкости. При использовании известного легирующего материала достигаются следующие показатели механических свойств: ударная вязкость $KCU = 400-450$ кДж/м², твердость $HRC = 38-41$, предел прочности $\sigma_b = 1450-1500$ МПа. При таком комплексе свойств не обеспечивается достаточно высокая эксплуатационная стойкость формообразующей оснастки. Для повышения ударной вязкости и твердости стали 5ХНМ, содержащей ванадий, необходимо дополнительное легирование стали азотом.

Задачей, решаемой изобретением, является повышение механических свойств стальных заготовок формообразующей оснастки с использованием метода электрошлаковой наплавки.

Достигается поставленная задача тем, что легирующий материал для электрошлаковой наплавки стальных заготовок формообразующей оснастки, содержащий стружку стали 5ХНМ и оксид ванадия, дополнительно содержит алюминиевый порошок и азотированную стружку стали 5ХНМ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

оксид ванадия	5-7
алюминиевый порошок	0,30-0,35
азотированная стружка стали 5ХНМ	2-7
стружка стали 5ХНМ	остальное,

при этом азотированная стружка содержит 4,5-6,5 % азота.

Использование данного легирующего шихтового материала для электрошлаковой наплавки стальных заготовок формообразующей оснастки (преимущественно штампов горячего формования из стали 5ХНМ) позволяет стабильно вести электрошлаковый процесс на установке, созданной на базе флюсоплавильной печи типа У-560. Плавление легирующего материала осуществляется с использованием рафинирующих флюсов АНФ-6 и АН-295, возможно также использование и других флюсов. Дополнительное введение в сталь 5ХНМ азота и ванадия позволяет повысить такие показатели механических свойств, как теплостойкость, которая наряду с ударной вязкостью и твердостью обеспечивает высокую эксплуатационную стойкость штампов горячего деформирования за счет образования нитридов ванадия типа $V_x N_y$, а также карбонитридных фаз, содержащих ванадий. Теплостойкость стали повышается за счет повышения стабильности фаз и структурных составляющих в стали за счет дополнительного легирования ее ванадием и азотом. Так, при использовании состава 1 (прототип) сталь сохраняет твердость 45 HRC₃ до температуры 500-520 °С, а при использовании составов 2-10 указанный выше показатель (HRC₃) сохраняется до температур 580-600 °С, что с образованием нитридов ванадия и карбонитридов ванадия, которые являются более устойчивыми фазами, чем карбиды ванадия.

Восстановление ванадия из его оксида осуществляется за счет использования в составе легирующего материала алюминиевого порошка, а также углерода нерасходуемых графитовых электродов. Проведены плавки с использованием различных составов легирующего материала. Результаты исследований представлены в таблице. При вводе в состав легирующего материала азотированной стружки менее 2 % (состав 2) не наблюдается повышение механических свойств стали (HRC₃, σ_b , KCU), что связано с низким содержанием азота в стали. При содержании азотированной стружки более 7 % (состав 7) наблюдается некоторое снижение ударной вязкости KCU за счет увеличения размеров карбонитридных фаз из-за повышенного содержания азота и ванадия в стали. При содержании оксида ванадия менее 5 % (состав 8) наблюдается снижение ударной вязкости, прочности и твердости за счет низкого содержания в стали нитридов ванадия, а при содержании более 7 % (состав 7) механические свойства практически не изменяются. Поро-

ВУ 10887 С1 2008.08.30

шок алюминия является восстановителем ванадия из его оксида. При содержании его менее 0,3 % (состав 9) содержание ванадия низкое, что приводит к снижению комплекса механических свойств. При содержании более 0,35 % (состав 10) механические свойства стали практически не изменяются.

Составы легирующего материала, химический состав и механические свойства выплавленных сталей

№ п/п	Содержание компонентов, мас. %							Содержание элемента в стали, %		Механические свойства		
	Стружка стали 5ХНМ	Азотированная стружка	Оксид ванадия	Электродный бой	Железная окалина	Жидкое стекло сверх 100%	Алюминиевый порошок	Ванадий (V)	Азот (N ₂)	HRC ₃ **	σ _b , МПа	KCU, кДж/м ²
1	95,70 (прототип)	-	15,8*	18,9*	65,3*	5,0*	-	0,20	-	45	1560	412
2	93,25	1,5	5,0	-	-	-	0,25	0,15	0,01	45	1550	410
3	92,75	2,0	5,0	-	-	-	0,25	0,15	0,015	46	1570	412
4	91,75	3,0	5,0	-	-	-	0,25	0,15	0,018	47	1575	446
5	87,70	5,0	7,0	-	-	-	0,30	0,37	0,050	49	1590	480
6	85,70	7,0	7,0	-	-	-	0,30	0,38	0,060	49	1590	510
7	84,15	8,0	7,5	-	-	-	0,35	0,39	0,062	48	1550	490
8	90,80	5,0	4,0	-	-	-	0,20	0,05	0,050	41	1520	420
9	91,90	5,0	3,0	-	-	-	0,10	0,01	0,050	39	1500	415
10	87,60	5,0	7,0	-	-	-	0,40	0,38	0,052	48	1590	505

* - в таблице приведено содержание компонентов в легирующем брикете;

** - данная твердость сохраняется до температуры 580-600 °С для составов 2-10 и до 500-520 °С для состава 1.

Источники информации:

1. Патент РБ 4267, МПК С 22В 9/18, В 22D 19/10, 2001.