

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **4516**
(13) **С1**
(51)⁷ **С 22С 38/00,**
С 22С 33/00

(54)

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЙ СПЛАВ

(21) Номер заявки: 970541
(22) 1997.10.16
(46) 2002.06.30

(71) Заявители: Верещагин М.Н., Фетисов В.П.,
Карпенко М.И. (ВУ)
(72) Авторы: Верещагин М.Н., Фетисов В.П.,
Карпенко М.И. (ВУ)
(73) Патентообладатели: Верещагин Михаил
Николаевич, Фетисов Василий Павлович,
Карпенко Михаил Иванович (ВУ)

(57)

Коррозионностойкий сплав, содержащий углерод, кремний, марганец, ванадий, медь и железо, **отличающийся** тем, что он дополнительно содержит хром, алюминий, бор и никель при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	0,63-3,0
кремний	1,1-7,6
марганец	0,21-0,6
ванадий	0,01-0,9
медь	0,002-5,5
алюминий	0,02-0,3
хром	0,07-4,5
бор	0,06-4,5
никель	0,06-1,8
железо	остальное.

(56)

SU 836199, 1981.
SU 968094, 1982.
SU 1010154 А, 1983.
RU 2075869 С1, 1997.
RU 2064521 С1, 1996.
RU 2017858 С1, 1994.
RU 2048584 С1, 1995.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к коррозионностойким сплавам на основе железа, которые могут быть использованы для изготовления литых тонкостенных деталей и профильных заготовок, работающих в коррозионных средах без дополнительных покрытий.

Известные коррозионностойкие сплавы на основе железа ЧС15 и ЧС17 [1] обладают недостаточной прочностью и низкими упруго-пластическими свойствами. Стрела прогиба сплава 0,6-1,2 мм, относительное удлинение до 2 %. Это затрудняет изготовление из известных сплавов литых тонкостенных деталей и профильных заготовок, работающих в коррозионных средах.

Известен также коррозионностойкий сплав на основе железа [2] следующего химического состава, мас. %:

углерод	0,3-0,7
кремний	12,5-15,0
медь	7,0-8
марганец	0,3-0,8
РЗЭ (редкоземельные элементы)	0,05-0,10
фосфор	до 0,10
сера	до 0,07
железо	остальное.

ВУ 4516 С1

ВУ 4516 С1

Коррозионная стойкость сплава, выраженная показателем глубинной коррозии "п", составляет 0,3-0,7 мм/год. Этот сплав имеет низкую прочность (до 215 МПа) и повышенную хрупкость, что затрудняет изготовление литых тонкостенных заготовок, микропроводов и упругих деталей, работающих без дополнительных покрытий.

Наиболее близким к предложенному является коррозионностойкий сплав [3], содержащий, мас. %:

углерод	0,6-0,75
кремний	14,5-16,0
марганец	0,3-0,8
медь	4,0-10,0
ванадий	0,1-0,3
РЗМ	0,05-0,20
свинец	0,1-0,3
селен	0,1-0,3
железо	остальное.

Известный сплав обладает следующими свойствами:

твердость по Викарсу, кгс/мм ²	189-380
предел прочности при изгибе, МПа	255-390
износостойкость при фреттинг-коррозии, %	100-118
ударная вязкость, Дж/см ²	2-7,5
относительное удлинение, %	3,5-8,0.

Недостатком известного сплава являются низкие упруго-пластические свойства. Отмечается также недостаточная коррозионная стойкость.

Это затрудняет использование этого сплава для литых тонкостенных деталей и профильных заготовок, работающих в коррозионных средах. Задача изобретения - повышение коррозионной стойкости и упруго-пластических свойств сплава.

Поставленная задача достигается тем, что коррозионностойкий сплав, содержащий углерод, кремний, марганец, медь, ванадий и железо, дополнительно содержит хром, алюминий, бор и никель при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	0,63-3,0
кремний	1,1-7,6
марганец	0,21-0,6
медь	0,002-5,5
ванадий	0,01-0,3
алюминий	0,02-0,3
хром	0,07-4,5
бор	0,06-4,5
никель	0,06-1,8
железо	остальное.

Введение хрома в предложенных концентрациях связано с измельчением структуры и отбеливанием металлической основы сплава, а также положительным его влиянием на аморфизацию сплава и повышением коррозионной стойкости и упруго-пластических свойств. При его концентрации до 0,07 мас. % коррозионная стойкость и упруго-пластические свойства недостаточны. При повышении концентрации хрома более 4,5 мас. % снижаются технологические свойства и ударная вязкость. Дополнительное введение бора связано с его высокой аморфизирующей способностью и положительным влиянием на измельчение структуры, на коррозионную стойкость и упруго-пластические свойства сплава. При содержании бора менее 0,06 % коррозионная стойкость и упруго-пластические свойства недостаточны, а при увеличении концентрации бора более 4,5 % увеличивается содержание карбидов бора, снижающие технологические свойства, ударную вязкость, относительное удлинение и обрабатываемость сплава.

Редкоземельные металлы, свинец и селен обладают высоким угаром, загрязняют окружающую среду и недостаточно влияют на коррозионную стойкость и упруго-пластические свойства. Поэтому они исключены из состава предложенного сплава.

Алюминий является основным раскисляющим и модифицирующим компонентом сплава и его содержание составляет 0,02-0,3 мас. %. При концентрации его более 0,3 мас. % усиливается его графитизирующее влияние, что снижает упруго-пластические свойства. При концентрации алюминия до 0,02 мас. % его раскисляющий и модифицирующий эффект недостаточен.

Введение никеля в количестве 0,06-1,8 % обеспечивает измельчение и легирование структуры, повышение упруго-пластических свойств и коррозионной стойкости. При его концентрации до 0,06 % дисперсность структуры и коррозионная стойкость недостаточны, а при повышении концентрации никеля более 1,8 % снижаются упруго-пластические свойства.

Медь является дорогостоящим компонентом сплава, обладающим недостаточной аморфизирующей способностью, поэтому ее концентрация в сплаве снижена до 5,5 мас. %. Содержание кремния в сплаве ограничено концентрациями от 1,1 до 7,6 %. При концентрации кремния до 1,1 % недостаточна коррозионная стойкость, а при увеличении концентрации его более 7,6 % снижаются упруго-пластические свойства.

ВУ 4516 С1

При малой присадке марганца (до 0,21 %) не отмечалось измельчения структуры и повышения коррозионной стойкости, технологических и упруго-пластических свойств. При увеличении содержания марганца более 0,6 % снижалась коррозионная стойкость и ударная вязкость.

В сплаве увеличена концентрация углерода до 0,63-3,0 %, что обеспечивает повышение механических и технологических свойств и коррозионной стойкости. Верхний предел концентрации углерода ограничен содержанием 3,0 %, выше которого выделяется свободный углерод, снижаются упруго-пластические и коррозионные свойства литого металла.

Ванадий введен как эффективный микролегирующий компонент, усиливающий эффект измельчения и инвертирования структуры, существенно упрочняющий матрицу, он обеспечивает однородность структуры, повышение коррозионной стойкости и упруго-пластических свойств и их стабильность. Увеличение концентрации ванадия выше 0,9 мас. % обуславливает снижение технологической пластичности сплава и увеличение склонности к трещинам, а также снижение упруго-пластических свойств и коррозионной стойкости. При уменьшении концентрации ванадия менее 0,01 мас. % его микролегирующее влияние недостаточно, снижаются прочность, пластичность и коррозионная стойкость деталей.

Сплав выплавляют в электрических печах при температуре 1450-1550 °С с использованием металлизированных окатышей по ТУ 14-1-4765-89, возврата производства, ферросилиция ФС45, стального лома, ферробора ФБ17 и ФБЗ, феррохрома ФХ800, феррованадия ВД 2 и никеля. Медь МО вводят за 7-10 мин до выпуска металла из печи, а алюминий - на дне разливочного ковша перед выпуском в него расплава из печи. Тонкие профильные заготовки получают на специальной установке по закалке из жидкого состояния и методами непрерывного литья.

В таблице приведены химические составы исследованных сплавов, данные механических и коррозионных испытаний предложенного сплава.

Испытание на изнашивание при фреттинг-коррозии проводят на цилиндрических образцах на установке МКФ-1 по стандартной методике. В качестве измерительного прибора используют профилографпрофилометр, а в качестве эталона - сплав ЧС17 (ГОСТ 11849-76).

Коррозионную стойкость определяют показателем глубинной коррозии в 50 %-ном растворе серной кислоты в течение 10 суток при температуре 60 °С. Ударную вязкость определяют на образцах 10×10×55 мм без надреза, а относительное удлинение и прочностные свойства - на образцах диаметром 10 мм.

Технологические испытания сплавов показали, что жидкотекучесть предложенного сплава по спиральной пробе составляет 520-680 мм и достаточна для получения тонкостенных профильных заготовок.

Как видно из таблицы, предложенный сплав обладает более высокими показателями упруго-пластических свойств и коррозионной стойкости, чем известный.

Сплавы	Содержание компонентов (остальное железо), мас. %									Механические свойства				Коррозионностойкость, мм/г
	Углерод	Кремний	Марганец	Медь	Ванадий	Алюминий	Хром	Бор	Никель	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость Дж/см ²	Твердость НВ	
1 (известный)	0,7	15	0,7	5,3	0,2	0,2	-	-	-	210	6,2	7,7	280	0,39
2	0,63	1,1	0,21	0,002	0,01	0,02	0,07	0,06	0,06	380	17	25,6	247	0,07
3	1,7	5,4	0,35	0,4	0,3	0,2	2,7	2,0	0,7	465	28	36,0	305	0,02
3	3,0	7,6	0,6	5,5	0,9	0,3	4,5	4,5	1,8	430	20	24,8	330	0,09
4	0,2	1,0	0,005 0	0,07	0,004	0,002	0,006	1,1	0,3	266	15,8	12,6	255	0,13
5	3,9	9,3	0,8	7,1	1,8	0,8	6,3	5,4	2,1	280	9,4	9,4	420	0,16

Примечание: в известном сплаве состава 1 дополнительно содержались, мас. %: селен 0,2; РЭМ 0,06 и свинец 0,15.

Источники информации:

- ГОСТ 11849-76.
- А. с. СССР 325273, МПК С22 С 38/16, 1976.
- А. с. СССР 836199, МПК С22 С 38/60, 1981 (прототип).