



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C22C 38/46 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2018141818, 28.11.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.11.2018

Дата регистрации:  
30.10.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.11.2018

(45) Опубликовано: 30.10.2019 Бюл. № 31

Адрес для переписки:  
119334, Москва, Ленинский пр., 49,  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт металлургии и  
материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук (ИМЕТ РАН)

(72) Автор(ы):

**Блинов Виктор Михайлович (RU),  
Лукин Евгений Игоревич (RU),  
Блинов Евгений Викторович (RU),  
Костина Мария Владимировна (RU),  
Ригина Людмила Георгиевна (RU),  
Лукина Ираида Николаевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт металлургии и  
материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук (ИМЕТ РАН)  
(RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2511158 C2, 10.04.2014. RU  
2553112 C1, 10.06.2015. RU 2507294 C2,  
20.02.2014. US 4610734 A, 09.09.1986. US  
10125404 B2, 13.11.2018. JP 55-089458 A,  
07.07.1980.

(54) Высокопрочная дисперсионно-твердеющая азотосодержащая коррозионно-стойкая аустенитная сталь

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к высокопрочным дисперсионно-твердеющим азотосодержащим коррозионно-стойким аустенитным сталям, используемым для изготовления высоконагруженных конструкций в машиностроении, судостроении, авиации и железнодорожном транспорте. Сталь содержит углерод, кремний, марганец, хром, никель, азот, ванадий, железо и примеси при следующем соотношении, мас. %: углерод 0,01-0,03, кремний

0,20-0,40, марганец 0,50-1,00, хром 16,0-18,0, никель 11,0-13,0, азот 0,15-0,25, ванадий 0,8-1,2, железо и примеси – остальное. Содержания углерода и азота удовлетворяют условию: [C]:[N] ≤ 0,12. После закалки от 1200-1250°C и последующего старения при 650-700°C она имеет структуру азотистого аустенита, упрочненную дисперсными частицами нитрида ванадия размером ~ 60 Å. Обеспечивается повышение прочности при сохранении повышенной пластичности и ударной вязкости. 2 табл.

RU 2 704 703 C1

RU 2 704 703 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C22C 38/46 (2019.08)*

(21)(22) Application: **2018141818, 28.11.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**28.11.2018**

Registration date:  
**30.10.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **28.11.2018**

(45) Date of publication: **30.10.2019 Bull. № 31**

Mail address:

**119334, Moskva, Leninskij pr., 49, Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj akademii nauk (IMET RAN)**

(72) Inventor(s):

**Blinov Viktor Mikhajlovich (RU),  
Lukin Evgenij Igorevich (RU),  
Blinov Evgenij Viktorovich (RU),  
Kostina Mariya Vladimirovna (RU),  
Rigina Lyudmila Georgievna (RU),  
Lukina Iraida Nikolaevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj akademii nauk (IMET RAN) (RU)**

(54) **HIGH-STRENGTH DISPERSION-HARDENING NITROGEN-CONTAINING CORROSION-RESISTANT AUSTENITIC STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to metallurgy, namely to high-strength dispersion-hardening nitrogen-containing corrosion-resistant austenitic steels used for making high-loaded structures in machine building, shipbuilding, aviation and railway transport. Steel contains carbon, silicon, manganese, chromium, nickel, nitrogen, vanadium, iron and impurities at the following ratio, wt%: carbon 0.01–0.03, silicon 0.20–0.40, manganese 0.50–1.00, chrome 16.0–18.0, nickel

11.0–13.0, nitrogen 0.15–0.25, vanadium 0.8–1.2, iron and impurities – the rest. Content of carbon and nitrogen satisfy condition:  $[C]:[N] \leq 0.12$ . After quenching from 1200–1250 °C and subsequent aging at 650–700 °C has a structure of azotic austenite, hardened with dispersed particles of vanadium nitride with size of ~ 60 Å.

EFFECT: higher strength while maintaining high ductility and impact viscosity.

1 cl, 2 tbl

Изобретение относится к области металлургии, в частности, к области легированных высокопрочных коррозионностойких сталей, используемых для высоконагруженных конструкций в машиностроении, судостроении, авиации и железнодорожном транспорте.

Известна коррозионностойкая хромоникелевая сталь 0X18АН12 [Бабаков А.А., Приданцев В.М. Коррозионностойкие стали и сплавы. М. Металлургия, 1971. С. 124, 127], обладающая высокой пластичностью ( $\delta=63\%$ ,  $\psi=78\%$ ) и ударной вязкостью ( $KCU=3,4 \text{ МДж/м}^2$ ), содержащая следующие компоненты, масс. %:

10	углерод	0,05
	никель	12,2
	хром	18,4
	марганец	0,87
	кремний	0,14
	азот	0,06
	железо	остальное

15 Основными недостатками этой стали является низкая прочность ( $\sigma_B=608 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{0,2}=268 \text{ МПа}$ ).

Наиболее близкой по химическому составу к предлагаемому техническому решению является коррозионностойкая хромоникелевая сталь 03X18АН12 [Приданцев В.М., Талов Н.П., Левин Ф.Л. Высокопрочные аустенитные стали. М.: Металлургия. 1969. с. 64], содержащая следующие компоненты, масс. %:

25	углерод	0,03
	никель	12,0
	хром	17,0
	азот	0,18
	железо	остальное

Основным недостатком этой стали являются низкая прочность ( $\sigma_B=625 \text{ МПа}$ ,  $a_{0,2}=300 \text{ МПа}$ ).

30 Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании способа легирования и обработки, позволяющего получать высокопрочную коррозионностойкую сталь, обладающую по сравнению со сталью 0X18АН12 более высоким пределом текучести, и пределом прочности при сохранении повышенной пластичности и ударной вязкости.

35 Техническим результатом изобретения является повышение прочности при сохранении высокой пластичности и ударной вязкости коррозионностойкой стали.

Технический результат достигается тем, что коррозионностойкая аустенитная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, никель, азот, ванадий, железо и примеси, согласно изобретению содержит компоненты в следующем соотношении, масс. %:

40	углерод	0,01-0,03
	кремний	0,20-0,40
	марганец	0,50-1,00
	хром	16,0-18,0
	никель	11,0-13,0
	азот	0,15-0,25
45	ванадий	0,8-1,2
	железо и примеси	- остальное,

При этом, содержания углерода и азота удовлетворяют условию:

$[C]:[N] \leq 0,12$ . Сталь после закалки от  $1200-1250^\circ\text{C}$  и последующего старения при

650°С в течение 5 часов имеет характеризуется структурой азотистого аустенита, дисперсноупрочненного нитридами ванадия.

Дополнительное введение азота в состав стали в количестве 0,15-0,25% приводит к повышению прочности. Увеличение показателей прочности стали после закалки от 1200 - 1250°С обусловлено наличием азота в  $\gamma$ -твердом растворе, а после старения упрочнением дисперсными (~ 60 Å) частицами нитридов VN, выделяющимися в процессе нагрева при температуре 650°С. При концентрации азота более 0,25% трудно получить качественный металл без пористости из-за высокого содержания никеля, снижающего растворимость азота.

При содержании углерода более 0,03% по границам зерен выделяются крупные частицы карбидов хрома типа  $Me_{23}C_6$ , приводящие к снижению пластичности и ударной вязкости. При отношении содержаний углерода и азота  $C/N \leq 0,12$ , такие карбиды не образуются.

Введение в сталь с 16-18% Cr и 11-13% Ni ванадия в количестве 0,8-1,2% повышает растворимость азота в аустените и позволяет получать сталь с содержанием азота до 0,25%. Увеличение содержания ванадия (ферритообразующего элемента) в количестве более 1,2% приводит к снижению стабильности аустенита по отношению к мартенситному превращению при охлаждении, а уменьшение его содержания менее 0,8% не позволяет металлу приобрести заданную прочность.

Увеличение концентрации никеля более 13,0% приводит к снижению растворимости азота, и значительному возрастанию стоимости металла. При содержании никеля менее 11,0% не удается сохранить стабильно аустенитную структуру при пластической деформации.

Введение в сталь, содержащую 16-18% Cr и 11-13% Ni, марганца в количестве 0,5-1,0% достаточно для раскисления стали.

Сталь выплавляли в открытой индукционной печи. Составы стали опытных плавки приведены в таблице 1.

Термическую обработку проводили по режимам, состоящим из закалки от 1200-1250°С с охлаждением в воде и последующего старения при 650-700°С в течение 4-5 часов. Результаты механических испытаний металла приведены в таблице 2.

Таким образом, по результатам испытаний видно (таб. 2), что предлагаемая сталь, в отличие от прототипа обладает более высоким пределом текучести, и пределом прочности при сохранении повышенной пластичности и ударной вязкости, что приводит к увеличению долговечности и надежности высоконагруженных изделий и конструкций из этой стали.

Таблица 1

Сталь	№ плавки	Содержание компонентов, масс.%							C/N
		C	N	Cr	Ni	V	Mn	Si	
Известная	1	0,03	0,18	18,0	12,0	-	-	-	0,167
Предлагаемая	2	0,01	0,15	16,0	10,9	0,8	0,5	0,2	0,067
	3	0,02	0,18	17,3	11,8	1,1	0,7	0,4	0,111
	4	0,03	0,25	18,0	13,0	1,2	0,7	0,4	0,120

Таблица 2

Сталь	№ плавки	Термообработка	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	КСУ, МДж/м <sup>2</sup>
Известная	1	Закалка 1050°C, вода	625	300	56	74	2,9
Предлагаемая	2	Закалка 1250°C, вода + 650°C – 5ч.	790	410	53	75	2,8
	3		830	430	54	73	2,6
	4		840	460	52	70	2,5

## (57) Формула изобретения

Высокопрочная дисперсионно-твердеющая азотосодержащая коррозионно-стойкая аустенитная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, никель, азот, ванадий, железо и примеси, отличающаяся тем, что она содержит компоненты при следующем соотношении, мас. %:

углерод	0,01-0,03
кремний	0,20-0,40
марганец	0,50-1,00
хром	16,0-18,0
никель	11,0-13,0
азот	0,15-0,25
ванадий	0,8-1,2
железо и примеси	остальное

при этом содержания углерода и азота удовлетворяют условию:

$$[C]:[N] \leq 0,12,$$

причем после закалки от 1200-1250°C и последующего старения при 650-700°C она имеет структуру азотистого аустенита, упрочненную дисперсными частицами нитрида ванадия размером ~ 60 Å.