



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016151219, 26.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.12.2016Дата регистрации:
18.12.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.12.2016

(45) Опубликовано: 18.12.2017 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

119334, Москва, Ленинский пр-кт, 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),
Костина Мария Владимировна (RU),
Лукин Евгений Игоревич (RU),
Блинов Евгений Викторович (RU),
Ригина Людмила Георгиевна (RU),
Мурадян Саркис Ованесович (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: US 4610734 A, 09.09.1986. RU
2516187 C1, 20.05.2014. RU 2546947 C1,
10.04.2015. RU 2419672 C1, 27.05.2011. WO
2005054531 A1, 16.06.2005. JP 2007-270191 A,
18.10.2007. JP 08-176752 A, 09.07.1996.

(54) ВЫСОКОПРОЧНАЯ НИЗКОЛЕГИРОВАННАЯ АЗОТОСОДЕРЖАЩАЯ МАРТЕНСИТНАЯ СТАЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к высокопрочной низколегированной азотосодержащей мартенситной стали, используемой для изготовления высоконагруженных деталей и конструкций в машиностроении и железнодорожном транспорте. Сталь содержит, мас. %: углерод 0,05-0,10, кремний 0,2-0,4, марганец 0,5-1,0, хром от 2,5 до менее 3,0, азот от 0,15 до менее 0,2, железо и примеси остальное.

Достигается повышение показателей прочности вследствие наличия азота в α -твердом растворе и дополнительного упрочнения частицами карбонитридов хрома, выделяющимися в процессе отпуска, и удовлетворительные показатели пластичности и ударной вязкости вследствие наличия в структуре небольшого количества остаточного аустенита, расположенного между кристаллами мартенсита. 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016151219, 26.12.2016**(24) Effective date for property rights:
26.12.2016Registration date:
18.12.2017

Priority:

(22) Date of filing: **26.12.2016**(45) Date of publication: **18.12.2017 Bull. № 35**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Blinov Viktor Mikhajlovich (RU),
Kostina Mariya Vladimirovna (RU),
Lukin Evgenij Igorevich (RU),
Blinov Evgenij Viktorovich (RU),
Rigina Lyudmila Georgievna (RU),
Muradyan Sarkis Ovanesovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **HIGH-STRENGTH LOW-ALLOY NITROGEN-CONTAINING MARTENSITIC STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: steel contains, wt %: carbon 0.05-0.10, silicon 0.2-0.4, manganese 0.5-1.0, chromium from 2.5 to less than 3.0, nitrogen from 0.15 to less than 0.2, the rest is iron and impurities.

EFFECT: increased strength indicators due to presence of nitrogen in α solid solution and further

hardening by particles of chromium carbonitrides released during tempering, and satisfying the ductility and toughness characteristics due to the presence of small amount of retained austenite in the structure located between the martensite crystals.

2 tbl

RU 2 638 873 C1

RU 2 638 873 C1

Изобретение относится к области металлургии, в частности к области низколегированных высокопрочных конструкционных сталей, используемых для высоконагруженных деталей и конструкций в машиностроении.

5 Известна сталь низколегированная углеродсодержащая сталь 18X2H4BA [Международный транслятор современных сталей и сплавов под редакцией В.С. Кершенбаума. М., 1992, т. 1, 1103 С.], содержащая следующие компоненты, мас. %:

	углерод	0,14-0,20
	хром	1,35-1,65
	никель	4,0-4,4
10	марганец	0,25-0,55
	кремний	0,17-0,37
	вольфрам	0,8-1,2
	железо	остальное

15 Основным недостатком этой стали является пониженная для высоконагруженных деталей прочность ($\sigma_B = 1050$ МПа, $\sigma_{0,2} = 800$ МПа) после термической обработки, включающей закалку от 950°C , масло и отпуск 550°C , а также содержание в ней дорогостоящих элементов никеля и вольфрама.

20 Наиболее близкой по химическому составу к предлагаемому техническому решению является низколегированная углеродсодержащая сталь 30X3MФ [Международный транслятор современных сталей и сплавов под редакцией В.С. Кершенбаума. М., 1992, т. 1, 1103 С.], содержащая следующие компоненты, мас. %:

	углерод	0,27-0,34
	хром	2,3-2,7
25	марганец	0,3-0,6
	кремний	0,17-0,37
	молибден	0,2-0,3
	ванадий	0,06-0,12
	железо	остальное

30 Основным недостатком этой стали является пониженная прочность ($\sigma_B = 980$ МПа, $\sigma_{0,2} = 835$ МПа).

Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании способа легирования, позволяющего получать высокопрочную низколегированную конструкционную сталь, обладающую по сравнению со сталями 35 18X2H4BA и 30X3MФ более высоким пределом текучести и пределом прочности при сохранении повышенной пластичности и ударной вязкости.

Техническим результатом изобретения является повышение прочности низколегированной конструкционной стали.

40 Технический результат достигается тем, что в углеродсодержащую низколегированную сталь, содержащую углерод, кремний, марганец, хром, железо и примеси, дополнительно введен азот, при следующем соотношении компонентов мас. %:

	углерод	0,05-0,10
	кремний	0,2-0,4
	марганец	0,5-1,0
45	хром	от 2,5 до менее 3,0
	азот	от 0,15 до менее 0,2
	железо и примеси	остальное

Дополнительное введение азота в состав стали в количестве 0,15-0,20% приводит к

повышению прочности. Увеличение показателей прочности обусловлено твердорастворным упрочнением и упрочнением дисперсными частицами карбонитридной фазы, выделяющимися в процессе нагрева при температурах 200-400°C. Высокие показатели прочности, пластичности и ударной вязкости связаны с формированием структуры азотистого мартенсита с тонкими прослойками остаточного аустенита, а также дисперсными частицами карбонитридной фазы. При концентрации азота более 0,20% трудно получить качественный металл без пористости из-за ограниченной растворимости азота в расплаве.

При содержании углерода более 0,1% по границам зерен выделяются крупные частицы карбидов типа Me_3C , приводящие к снижению пластичности и ударной вязкости.

Добавки хрома и марганца, повышающие растворимость азота в расплаве железа, в количествах 2,5-3,0% и 0,5-1,0% соответственно достаточны для кристаллизации жидкого металла без образования пор. При содержании хрома менее 2,5% не обеспечивается необходимая растворимость азота в расплаве, а также снижается степень упрочнения стали. Увеличение содержания хрома более 3,0% не приводит к дополнительному упрочнению стали, а также увеличивает стоимость стали. Увеличение содержания марганца более 1,0% приводит к разупрочнению стали вследствие образования аустенита.

Добавки 0,2-0,4% кремния достаточны для раскисления стали. Сталь выплавляли на установке для литья под давлением 30-40 атм азота. Химический состав стали приведен в таблице 1.

Термическую обработку проводили по режимам, состоящим из закалки от 950°C с охлаждением в воде и последующего старения при 200-400°C в течение 2 часов. После указанной обработки наблюдали мелкозернистую (<10 мкм) структуру с речным мартенситом и очень дисперсными выделениями карбонитридной фазы. Результаты механических испытаний металла приведены в таблице 2.

Таким образом, по результатам испытаний видно (табл. 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	Cr	Mn	Si
Известная*	1	0,30	-	2,4	0,4	0,2
Предлагаемая	2	0,05	0,15	2,5	0,5	0,2
	3	0,07	0,18	2,8	0,7	0,3
	4	0,10	0,20	3,0	1,0	0,4

*- сталь дополнительно содержит 0,25% молибдена и 0,08% ванадия.

Таблица 2

Сталь	№ плавки	Термообработка	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %
Известная	1	Закалка 950°C, вода + отпуск 550°C	1050	800	12	50
Предлагаемая	2	Закалка 950°C, вода + отпуск 400°C	1620	1510	14	45
	3		1670	1550	13	43
	4		1700	1590	11	40

(57) Формула изобретения

Высокопрочная низколегированная азотосодержащая мартенситная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, железо и примеси, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит азот при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	0,05-0,10
кремний	0,2-0,4
марганец	0,5-1,0
хром	от 2,5 до менее 3,0
азот	от 0,15 до менее 0,2
железо и примеси	остальное