



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010125561/02, 23.06.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.06.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.06.2010

(45) Опубликовано: 20.03.2012 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 02-104633 A, 17.04.1990. RU 2303648 C1, 27.07.2007. RU 2207397 C2, 27.06.2003. SU 773134 A, 23.10.1980. PL 275761 A1, 14.05.1990. JP 58-081956 A, 17.05.1983.

Адрес для переписки:

119991, Москва, Ленинский пр-кт, 49,  
Учреждение Российской академии наук  
Институт металлургии и материаловедения  
им. А.А. Байкова РАН (ИМЕТ РАН)

(72) Автор(ы):

Банных Олег Александрович (RU),  
Блинов Виктор Михайлович (RU),  
Блинов Евгений Викторович (RU),  
Костина Мария Владимировна (RU),  
Мурадян Саркис Ованесович (RU),  
Ригина Людмила Георгиевна (RU),  
Солнцев Константин Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Учреждение Российской академии наук  
Институт металлургии и материаловедения  
им. А.А. Байкова РАН (ИМЕТ РАН) (RU)

## (54) ВЫСОКОПРОЧНАЯ ЛИТЕЙНАЯ НЕМАГНИТНАЯ КОРРОЗИОННО-СТОЙКАЯ СТАЛЬ И ИЗДЕЛИЕ, ВЫПОЛНЕННОЕ ИЗ НЕЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к высокопрочным литейным немагнитным коррозионно-стойким сталям для изготовления литых изделий, используемых в судостроении, машиностроении, нефтяной и газовой промышленности. Сталь содержит в мас. %: углерод  $\leq 0,06$ , кремний 0,1-1,0, хром 19,0-23,0, марганец 14,0-16,0, никель 6,0-9,0, молибден 0,5-1,5, азот 0,45-0,67, ванадий 0,01-0,50, ниобий 0,01-0,30, иттрий 0,001-0,050, кальций 0,005-0,010, бор 0,001-0,01, железо и

неизбежные примеси - остальное. Сталь может дополнительно содержать один или несколько элементов из группы, мас. %: вольфрам 0,1-0,5, медь 0,01-2,0, кобальт 0,01-2,0, титан 0,001-0,3, тантал 0,001-0,3, цирконий 0,01-0,3, селен 0,001-0,02. Состав стали удовлетворяет условию:  $1,17 * Cr_{ЭКВ} - Ni_{ЭКВ} < 11,164$ , где  $Ni_{ЭКВ} = [Ni] + 0,1 [Mn] - 0,01 [Mn]^2 + 18 [N] + 30 [C] + 0,5 [Cu] + 0,5 [Co]$ ,  $Cr_{ЭКВ} = [Cr] + 1,5 [Mo] + 0,48 [Si] + 2,3 [V] + 1,75 [Nb] + 1,5 [Ti] + 0,75 [W] + 1,75 [Ta]$ . Сталь обладает высокой прочностью, пластичностью, коррозионной стойкостью и свариваемостью. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 2 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2010125561/02, 23.06.2010**(24) Effective date for property rights:  
**23.06.2010**

Priority:

(22) Date of filing: **23.06.2010**(45) Date of publication: **20.03.2012 Bull. 8**

Mail address:

**119991, Moskva, Leninskij pr-kt, 49, Uchrezhdenie  
Rossijskoj akademii nauk Institut metallurgii i  
materialovedenija im. A.A. Bajkova RAN (IMET  
RAN)**

(72) Inventor(s):

**Bannykh Oleg Aleksandrovich (RU),  
Blinov Viktor Mikhajlovich (RU),  
Blinov Evgenij Viktorovich (RU),  
Kostina Marija Vladimirovna (RU),  
Muradjan Sarkis Ovanesovich (RU),  
Rigina Ljudmila Georgievna (RU),  
Solntsev Konstantin Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut  
metallurgii i materialovedenija im. A.A. Bajkova  
RAN (IMET RAN) (RU)**

(54) **HIGH-STRENGTH NON-MAGNETIC CORROSION-RESISTANT CAST STEEL, AND ITEM MADE FROM IT**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: steel contains the following, wt %:  
carbon  $\leq 0.06$ , silicium 0.1 - 1.0, chrome 19.0 -  
23.0, manganese 14.0 -16.0, nickel 6.0 - 9.0,  
molybdenum 0.5 - 1.5, nitrogen 0.45 - 0.67,  
vanadium 0.01 - 0.50, niobium 0.01 - 0.30, yttrium  
0.001 - 0.050, calcium 0.005 - 0.010, boron 0.001 -  
0.01, and iron and inevitable impurities are the  
rest. Steel can also contain one or several elements  
of the group, wt %: tungsten 0.1 - 0.5, copper 0.01 -

2.0, cobalt 0.01 - 2.0, titanium 0.001 - 0.3,  
tantalum 0.001 - 0.3, zirconium 0.01 - 0.3, selenium  
0.001 - 0.02. Steel composition meets the condition:  
 $1.17 * Cr_{equiv} - Ni_{equiv} < 11.164$ , where  $Ni_{equiv} = [Ni] +$   
 $0.1[Mn] - 0.01[Mn]^2 + 18[N] + 30[C] + 0.5[Cu] + 0.5$   
 $[Co]$ ,  $Cr_{equiv} = [Cr] + 1.5[Mo] + 0.48[Si] + 2.3[V] +$   
 $1.75[Nb] + 1.5[Ti] + 0.75[W] + 1.75[Ta]$ .

EFFECT: steel has high strength, ductility,  
corrosion resistance and weldability.

6 cl, 2 tbl

Изобретение относится к области металлургии, в частности к высокопрочным литейным немагнитным коррозионно-стойким сталям, и может быть использовано для изготовления литых изделий, используемых в судостроении, машиностроении, в т.ч. химическом, для нефтяной и газовой промышленности.

Известна литейная аустенитная коррозионно-стойкая свариваемая сталь 12X18H10TЛ (ГОСТ 977-88, ОСТ 108.961.04-80), содержащая, мас. %: углерод  $\leq 0,12$ , кремний 0,2-2,0, марганец 1,0-2,0, хром 17,0-20,0, никель 8,0-11,0, Ti 5\*С - 0,70, серу  $\leq 0,030$ , фосфор  $\leq 0,035$ . Недостатком данной стали является низкая прочность (предел текучести составляет не более 200 МПа) и относительно невысокая коррозионная стойкость (ее эквивалент стойкости к питтинговой коррозии - ЭСП=17-20).

Из аустенитных коррозионно-стойких сталей, применяющихся в качестве литого материала, известна сталь CF3MN, разработанная на базе деформируемого аналога - стали 316LN (стандарт ASTM A 351, A 743, A 744, № J92804 по UNS - Unified numbering system - унифицированной системе химических составов литых коррозионно-стойких сталей (<http://www.stainless-steel-world.net/pdf/11022.pdf>). Эта сталь содержит, мас. %: углерод  $\leq 0,030$ , азот 0.10-0.20, кремний  $\leq 1,50$ , марганец  $\leq 1,50$ , хром 17.0-21.0, никель 9.0-13.0, молибден 2.00-3.00, серу  $\leq 0,040$ , фосфор  $\leq 0,040$ . Она имеет хорошую коррозионную стойкость к питтинговой коррозии (ЭСП может достигать значения 34,1). Существенным недостатком данной литейной стали является низкий предел текучести (около 250 МПа) и наличие в структуре стали до 10-20% феррита.

Наиболее близкой к предложенной стали является литая высокопрочная немагнитная сталь, а также выполненные из нее изделия, раскрытые в патенте Японии №2104633, опубликованном 17.04.1990. Сталь содержит в мас. %:  $\leq 1,5$  углерода,  $\leq 3,0$  кремния,  $\leq 15$  хрома, 7-40 марганца,  $\leq 10$  никеля,  $\leq 3,0$  молибдена,  $\leq 0,4$  азота,  $\leq 2,0$  ниобия, 0,0005-0,050 кальция,  $\leq 0,5$  бора и  $\leq 0,5$  редкоземельного элемента. Не смотря на то что сталь имеет неплохие прочностные характеристики, их значения недостаточны для изготовления из нее высоконагруженных деталей и конструкций. Кроме того, она имеет низкую коррозионную стойкость, что ограничивает использование ее для изготовления изделий, работающих в агрессивных средах.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание литой немагнитной стали, обладающей высокой прочностью, вязкостью и коррозионной стойкостью.

Техническим результатом изобретения является повышение прочности, коррозионной стойкости и вязкости литейной немагнитной стали.

Технический результат достигается тем, что высокопрочная литейная немагнитная коррозионно-стойкая сталь, содержащая углерод, кремний, хром, марганец, никель, молибден, азот, ванадий, ниобий, редкоземельный элемент, кальций, бор, железо и неизбежные примеси, согласно изобретению в качестве редкоземельного элемента содержит иттрий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	$\leq 0,06$
кремний	0,1÷1,0
хром	19,0÷23,0
марганец	14,0÷16,0
никель	6,0÷9,0
молибден	0,5÷1,5
азот	0,45÷0,67
ванадий	0,01÷0,50
ниобий	0,01÷0,30
иттрий	0,001÷0,050

кальций	0,005÷0,010
бор	0,001÷0,01
железо и неизбежные примеси	остальное.

5 Сталь также может содержать, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, мас. %: 0,01-0,5 вольфрама; 0,01-2,0 меди; 0,01-2,0 кобальта; 0,001-0,3 титана, 0,001-0,3 тантала, 0,01-0,3 циркония, 0,001-0,02 селена. При этом суммарное содержание ниобия, ванадия, титана, тантала и циркония не должно превышать 0,35 мас. % и выполняется следующее условие:

$$10 \quad 1,17 * Cr'_{\text{ЭКВ}} - Ni'_{\text{ЭКВ}} < 11,164,$$

где  $Ni'_{\text{ЭКВ}}$  - эквивалент, учитывающий аустенитообразующее действие легирующих элементов, рассчитываемый по формуле

$$Ni'_{\text{ЭКВ}} = [Ni] + 0,1[Mn] - 0,01[Mn]^2 + 18[N] + 30[C] + 0,5[Cu] + 0,5[Co];$$

15  $Cr'_{\text{ЭКВ}}$  - эквивалент, учитывающий ферритообразующее действие легирующих элементов, рассчитываемый по формуле

$$Cr'_{\text{ЭКВ}} = [Cr] + 1,5[Mo] + 0,48[Si] + 2,3[V] + 1,75[Nb] + 1,5[Ti] + 0,75[W] + 1,75[Ta],$$

20  $[N]$ ,  $[C]$ ,  $[Si]$ ,  $[Mn]$ ,  $[Ni]$ ,  $[Cr]$ ,  $[Mo]$ ,  $[V]$ ,  $[Nb]$ ,  $[Cu]$ ,  $[Co]$ ,  $[Ti]$ ,  $[W]$ ,  $[Ta]$  - концентрация в стали азота, углерода, кремния, марганца, никеля, хрома, молибдена, ванадия, ниобия, меди, кобальта, титана, вольфрама и тантала (мас. %). Сталь характеризуется высокопрочной аустенитной структурой в литом состоянии, а также после гомогенизирующей термической обработки и после старения, и может быть предназначена для сварки.

25 Технический результат достигается также в литом изделии, выполненном из заявленной стали.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Для улучшения литейных свойств в заявленной стали увеличено содержание азота.

30 Для получения высокой прочности и удовлетворительной вязкости основного металла, а также качественных сварных соединений химический состав стали должен обеспечить:

высокую растворимость азота в жидком металле и кристаллизацию без образования  $\delta$ -феррита, определяющую высокое содержание азота в  $\gamma$  твердом растворе; стабилизацию аустенита сварного шва и основного металла по отношению к  $\gamma \rightarrow \alpha$ ,  $\gamma \rightarrow \sigma$ ,  $\gamma \rightarrow \epsilon$  превращениям; формирование структуры с малым количеством нитридов типа  $MeN$  (для измельчения аустенитного зерна) без карбидов типа  $Me_2_3C_6$  в основном металле и  $\delta$ -феррита в сварном шве.

40 Содержание в стали минимального количества азота - 0,45% в сочетании с углеродом в количестве  $< 0,06$  мас. % достаточно для обеспечения высокой прочности литого металла, в т.ч. и в сварном соединении. Углерод и никель снижают растворимость азота в стали, поэтому при содержании более 0,06% C и 9,0% Ni в этой стали нельзя растворить более 0,4% азота. Введение в сталь хрома в количестве 19-23% и молибдена в количестве 0,5-1,5% необходимо для обеспечения требуемого уровня коррозионной стойкости и растворимости азота в указанных пределах заявляемой стали. При содержании хрома более 23% и никеля менее 6% сталь будет иметь пониженную пластичность из-за образования феррита и  $\sigma$  фазы. Содержание марганца на уровне 14-16% обеспечивает стабильность аустенита по отношению к  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращению и заданную растворимость азота в стали. Кроме того, марганец повышает жидкотекучесть стали. Введение в сталь ванадия в количестве 0,01÷0,50% обеспечивает получение мелкозернистой структуры и повышение прочности

вследствие образования мелкодисперсных нитридов ванадия. При содержании  $V < 0,01\%$  эффект упрочнения от его введения незначителен. Введение ванадия в количестве более  $0,50\%$  приводит к снижению прочности из-за обеднения твердого раствора азотом в результате образования нитридов ванадия, растворяющихся в аустените при температуре выше  $1150^\circ\text{C}$ . При содержании молибдена более  $1,5\%$  в металле может образоваться ферромагнитная фаза ( $\delta$ -феррит). Содержание в стали кремния в количестве  $0,3\%$  является обычным, получаемым при выплавке коррозионно-стойких сталей, раскисляемых кремнием. Получение меньшего содержания кремния в стали будет требовать специальной технологии выплавки. Введение кремния в количестве  $0,1-1,0\%$  обусловлено тем, что кремний повышает жидкотекучесть стали, однако превышение этой концентрации  $>1,0\%$  нецелесообразно, т.к. он снижает растворимость азота в стали и характеристики пластичности твердого металла. Добавки кальция в количестве  $0,005-0,01\%$  и иттрия в количестве  $0,001-0,05\%$ , улучшая морфологию неметаллических включений, повышают технологичность стали, особенно обрабатываемость резанием. Если содержание кальция и иттрия в металле меньше  $0,005$  и  $0,001\%$  соответственно, значительного эффекта от их введения не наблюдается. При увеличении содержания кальция более  $0,01\%$  и иттрия более  $0,05\%$  дальнейшего улучшения свойств не отмечается. Введение бора в количестве до  $0,010\%$  приводит к измельчению зерна, а при увеличении его содержания выше  $0,01\%$  может привести к ухудшению пластических свойств и технологичности в процессе пластической деформации. Выполнение условия

$$1,17 \cdot \text{Cr}'_{\text{ЭКВ}} - \text{Ni}'_{\text{ЭКВ}} < 11,164,$$

$$\text{где } \text{Ni}'_{\text{ЭКВ}} = [\text{Ni}] + 0,1[\text{Mn}] - 0,01[\text{Mn}]^2 + 18[\text{N}] + 30[\text{C}] + 0,5[\text{Cu}] + 0,5[\text{Co}];$$

$$\text{Cr}'_{\text{ЭКВ}} = [\text{Cr}] + 1,5[\text{Mo}] + 0,48[\text{Si}] + 2,3[\text{V}] + 1,75[\text{Nb}] + 1,5[\text{Ti}] + 0,75[\text{W}] + 1,75[\text{Ta}]$$

обеспечивает получение немагнитной структуры ( $\mu < 1,01 \text{ Гс/э}$ ), если  $1,17 \cdot \text{Cr}'_{\text{ЭКВ}} - \text{Ni}'_{\text{ЭКВ}} \geq 11,164$ , то в стали появляется  $\delta$ -феррит.

Дополнительное легирование вольфрамом, медью, кобальтом, титаном, танталом, цирконием приводит к еще большему повышению прочности стали. Так вольфрам и кобальт способствует повышению прочности  $\gamma$ -твердого раствора. Легирование медью позволяет упрочнить сталь при старении, за счет выделений наноразмерной медьсодержащей фазы. Пределы легирования этими элементами обусловлены тем, что при содержании вольфрама, кобальта и меди меньшем чем  $0,01\%$  не будет эффекта упрочнения твердого раствора. Больше чем  $0,5\%$  содержание вольфрама нецелесообразно ввиду его действия как ферритообразующего элемента. Содержание кобальта выше чем  $2\%$  нецелесообразно по экономическим соображениям. Введение меди в количестве выше  $2\%$  может приводить к растрескиванию стали и также повышает стоимость стали. Ti, Ta, Zr вводятся в сталь для сдерживания роста зерна путем закрепления границ зерен частицами избыточных фаз на их основе. При содержании Ti, Ta, Zr менее  $0,001$  не достигается эффект сдерживания роста зерна, а при содержании этих элементов более  $0,3\%$  снижаются ударная вязкость и коррозионная стойкость. При суммарном содержании ванадия, ниобия, титана, тантала, циркония выше  $0,35 \text{ мас.}\%$  сталь теряет свою пластичность.

Сталь выплавляли в открытой индукционной печи емкостью  $150 \text{ кг}$ . Отливки изготавливали, заливая металл в песчаные формы на основе ХТС. Контроль температурно-временных параметров затвердевания отливки осуществляли по показаниям термопар. Химический состав отливок стали рекомендуемых композиций приведен в таблице 1.

Таблица 1

Содержание легирующих элементов в литых сталях рекомендуемого состава

№№ пл.	C	N	Cr	Mn	Ni	Mo	V	Si	Nb	Y	B	Ca	Ni' <sub>экв</sub>	Cr' <sub>экв</sub>	[C]/[N]	$1,17 * Cr'_{э} - Ni'_{э}$
1	0,031	0,45	19,1	14,1	7,1	1,5	0,06	0,63	0,05	0,001	0,001	0,005	14,76	21,88	0,08	10,94
2	0,04	0,501	21,6	15,0	8,7	0,9	0,26	0,94	0,12	0,025	0,006	0,007	18,18	24,21	0,08	10,15
3	0,058	0,670	23,0	16,0	6,2	0,5	0,49	0,31	0,29	0,050	0,01	0,010	19,08	25,53	0,09	10,79

Как видно из таблицы 1, у сталей рекомендуемого состава 1-3 выполняется условие  $1,17 * Cr'_{э} - Ni'_{э} < 1,164$  для получения неферромагнитной стали. Проверка магнитным методом подтвердила, что сталь этих отливок является аустенитной в литом и термически обработанном состоянии.

Поверхность отливок не имеет признаков пригара (металлизированного, химического и др.). Сталь не проявляет склонности к трещинообразованию. Плен и завороты на поверхности отливок не наблюдалось.

Из отливок вырезали темплеты для изучения структуры. Было установлено, что литой металл имеет плотную структуру, в которой отсутствуют поры, трещины и иные дефекты, характерные для литых изделий.

Также из отливок вырезали металл для изготовления образцов и проводили исследования механических свойств. Проводили испытания на растяжение по ГОСТ 1497 и на ударный изгиб по ГОСТ 9454. По результатам испытаний (таблица 2) видно, что литая сталь отливок 1-3 обладает высокими показателями прочности, пластичности и ударной вязкости, превосходя сталь-аналог по прочности в 1,5-2 раза, причем прочность стали тем выше, чем выше в ней концентрация элементов внедрения азота и углерода. Проведенная оценка питтинговой коррозии ЭСП=PREN= $\%Cr + 3,3(\%Mo) + 16(\%N)$  показала, что сталь рекомендуемых составов превосходит сталь-аналог. Литые изделия, выполненные из заявленного состава стали, также обладают высокой прочностью, пластичностью и коррозионной стойкостью.

Таблица 2

Механические свойства отливок и ЭСП из аустенитной стали рекомендованных составов после термической обработки (закалки от 1050-1100°C)

№№ пл.	% C	% N	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta$ (%)	$\psi$ (%)	KCU, МДж/м <sup>2</sup>	ЭСП
1	0,031	0,45	396	679	38	53	2,15	30,45394
2	0,04	0,501	430	750	36	58	2,73	32,59217
3	0,058	0,672	510	801	35	51	2,44	35,4063

С целью проверки свариваемости стали рекомендованных составов, из металла отливок были вырезаны пластины, которые сваривали аргоно-дуговой и дуговой сваркой под флюсом, с применением в качестве сварочного материала прутка из стали того же состава. Исследование структуры сварных соединений показало отсутствие в них пор и трещин. При испытаниях на растяжение и ударную вязкость (в отсутствие термической обработки сварных соединений) было установлено, что металл сварного шва не уступает основному металлу по прочности и пластичности, а его ударная вязкость составляет не менее 0,75% от ударной вязкости основного металла.

#### Формула изобретения

1. Высокопрочная литейная немагнитная коррозионно-стойкая сталь, содержащая углерод, кремний, хром, марганец, никель, молибден, азот, ванадий, ниобий, редкоземельный элемент, кальций, бор, железо и неизбежные примеси, отличающаяся

тем, что в качестве редкоземельного элемента она содержит иттрий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	углерод	≤0,06
	кремний	0,1÷1,0
	хром	19,0÷23,0
	марганец	14,0÷16,0
	никель	6,0÷9,0
	молибден	0,5÷1,5
10	азот	0,45÷0,67
	ванадий	0,01÷0,50
	ниобий	0,01÷0,30
	иттрий	0,001÷0,050
	кальций	0,005÷0,010
15	бор	0,001÷0,01
	железо и неизбежные примеси	остальное

2. Сталь по п.1, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, мас. %: вольфрам 0,01-0,5, медь 0,01-2,0, кобальт 0,01-2,0, титан 0,001-0,3, тантал 0,001-0,3, цирконий 0,01-0,3, селен 0,001-0,02, причем суммарное содержание в стали ниобия, ванадия, титана, тантала и циркония не превышает 0,35 мас. % и выполняется следующее условие:

$$1,17 \cdot Cr'_{\text{ЭКВ}} - Ni'_{\text{ЭКВ}} < 11,164,$$

где  $Ni'_{\text{ЭКВ}}$  - эквивалент, учитывающий аустенитообразующее действие в стали никеля [Ni], марганца [Mn], азота [N], углерода [C], меди [Cu] и кобальта [Co], рассчитываемый по формуле, мас. %:

$$Ni'_{\text{ЭКВ}} = [Ni] + 0,1[Mn] - 0,01[Mn]^2 + 18[N] + 30[C] + 0,5[Cu] + 0,5[Co],$$

$Cr'_{\text{ЭКВ}}$  - эквивалент, учитывающий ферритообразующее действие в стали хрома [Cr], молибдена [Mo], кремния [Si], ванадия [V], ниобия [Nb], титана [Ti], вольфрама [W] и тантала [Ta], рассчитываемый по формуле, мас. %:

$$Cr'_{\text{ЭКВ}} = [Cr] + 1,5[Mo] + 0,48[Si] + 2,3[V] + 1,75[Nb] + 1,5[Ti] + 0,75[W] + 1,75[Ta].$$

3. Сталь по п.1 или 2, отличающаяся тем, что она имеет в литом состоянии аустенитную структуру.

4. Сталь по п.1 или 2, отличающаяся тем, что после гомогенизирующей термической обработки, а также гомогенизирующей термической обработки и старения она имеет аустенитную структуру.

5. Сталь по п.1 или 2, отличающаяся тем, что она является свариваемой сталью.

6. Изделие, выполненное из высокопрочной литейной немагнитной коррозионно-стойкой стали, отличающееся тем, что оно выполнено из стали по любому из пп.1-5.