



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 125 110** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **C 22 C 19/05, 30/00, 38/58**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 96123699/02, 17.12.1996

(46) Дата публикации: 20.01.1999

(56) Ссылки: RU 2026401 C1, 10.01.95. GB 2102835 A, 09.02.83. GB 2110238 A, 15.06.83. US 3993475 A, 23.11.76. US 5077006 A, 31.12.91. FR 2566803 A1, 03.01.86. DE 3401711 A1, 25.07.85. DE 2505343 A1, 25.03.76. EP 0084588 A2, 03.08.83.

(98) Адрес для переписки:
129327 Москва, ул.Чичерина 2/9-85,
Байдуганову А.М.

(71) Заявитель:

Товарищество с ограниченной
ответственностью "Нефтемаш"

(73) Патентообладатель:

Байдуганов Александр Меркурьевич

(54) **ЖАРОПРОЧНЫЙ СПЛАВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии, в частности к жаропрочному сплаву, который может быть использован для изготовления реакционных труб установок производства этилена, водорода, аммиака, сероуглерода, метанола и др. Жаропрочный сплав содержит следующие компоненты, мас. %: углерод не более 0,60; кремний не более 2,75; марганец не более 2,00; хром 16,0 - 29,0; никель 8,0 - 50,0; вольфрам не более 6,0; ниобий не более 2,0; церий не более 0,2; медь не более 1,1; молибден не более 0,6; азот не более 0,06; титан не более 0,6; бор не более 0,006; алюминий не более 1,0; ванадий не

более 0,2; магний не более 0,15; цирконий не более 0,20; иттрий не более 0,15; бериллий не более 0,20; барий не более 0,005; кальций не более 0,01; кобальт не более 16,0; железо остальное,

при этом сумма компонентов хром + никель + кобальт должна быть не менее 24,01%, но не более 81,1%. Техническим результатом изобретения является повышение долговечности труб из сплава за счет повышения стабильности свойств после старения, повышения коррозионной стойкости, жаростойкости и жаропрочности. 3 табл.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 125 110** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **C 22 C 19/05, 30/00, 38/58**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 96123699/02, 17.12.1996

(46) Date of publication: 20.01.1999

(98) Mail address:
129327 Moskva, ul.Chicherina 2/9-85,
Bajduganovu A.M.

(71) Applicant:
Tovarishchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju "Neftemash"

(73) Proprietor:
Bajduganov Aleksandr Merkur'evich

(54) **HIGH-TEMPERATURE ALLOY**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy, in particular, high-temperature alloys used in manufacture of reaction pipes of plants for production of ethylene, hydrogen, ammonium, carbon disulfide, methanol, etc. SUBSTANCE: alloy contains, wt.%: carbon, not more 0.60; silicon, not more 2.75; manganese, not more 2.00; chromium, 16.0-29.0; nickel, 8.0-50.0; tungsten, not more 6.0; niobium, not more 2.0; cerium, not more 0.2; copper, not more 1.1; molybdenum, not more 0.6; nitrogen, not more 0.06; titanium, not more 0.6; boron,

not more 0.006; aluminum, not more 1.0; vanadium, not more 0.2; magnesium, not more 0.15; zirconium, not more 0.20; yttrium, not more 0.15; beryllium, not more 0.20; barium, not more, 0.005; calcium, not more 0.01; cobalt, not more 16.0; iron, the balance. In this case sum of chromium + nickel + cobalt must not be not less 24.01%, but not more, 81.1%. EFFECT: prolonged service life of pipes made from the offered alloy due to improvement of stability of properties after ageing and higher corrosion resistance, heat resistance and high-temperature strength. 3 tbl

RU 2 125 110 C1

RU 2 125 110 C1

Изобретение относится к металлургии, в частности к использованию сплава для изготовления реакционных труб установок производства этилена, водорода, аммиака, сероуглерода, метанола и др. с рабочими режимами при температуре 600-1200°C и давлением до 50 атм.

В качестве прототипа выбран жаропрочный сплав по патенту РФ N 2026401, С 22 С 19/05, 1995 г., следующего состава, мас. %: углерод 0,35-0,55; азот 0,02-0,05; хром 22-27; никель 25-40; ниобий 1-2; вольфрам 0,5-5; молибден 0,2-0,6; титан 0,05-0,6; кремний 0,8-2; марганец 0,8-1,5; бор 0,0005-0,005; алюминий 0,1-1; медь 0,1-1; магний 0,01-0,1; цирконий 0,005-0,15; иттрий 0,008-0,1; железо остальное.

Срок службы центробежнолитных реакционных труб из известных аналогов в печах нефтеперерабатывающих установок составляет от 10000 до 2000 часов и основной причиной выхода из строя является их разрушение из-за низкой стабильности свойств после старения, низкой коррозионной стойкости, низкой жаростойкости и жаропрочности.

Технический результат заключается в повышении долговечности труб из сплава с оптимальным содержанием в нем компонентов за счет повышения стабильности свойств после старения, повышения коррозионной стойкости, жаростойкости и жаропрочности.

Технический результат достигается тем, что жаропрочный сплав обязательно содержит компоненты в следующем соотношении мас. %: углерод не более 0,60; кремний не более 2,75; марганец не более 2,0; хром 16-29; никель 8-50; вольфрам не более 6,0; ниобий не более 2,0; церий не более 0,2; медь не более 1,1; молибден не более 0,6; азот не более 0,06; титан не более 0,6; бор не более 0,006; алюминий не более 1,0; ванадий не более 0,20; магний не более 0,15; цирконий не более 0,20; иттрий не более 0,15; бериллий не более 0,20; барий не более 0,005; кальций не более 0,01; кобальт не более 16,0; железо остальное, при условии, что сумма компонентов хром + никель + кобальт должна быть не менее 24,01%, но не более 81,1%. При этом ни один из перечисленных компонентов сплава не может иметь нижний предел содержания, равный нулю.

Содержание в сплаве фосфора должно быть не более 0,04%; серы не более 0,04%; свинца не более 0,02%; олова не более 0,02%; цинка не более 0,02% и мышьяка не более 0,02%.

Для выяснения влияния длительного нагрева на стабильность свойств были проведены исследования, результаты которых размещены в таблице 1.

Работа реакционных труб в интервале температур 800-900°C приводит к сильному старению металла, т.е. изменению структуры, вызывающему охрупчивание металла.

Максимальное падение пластичности наблюдается после старения при температуре 900°C продолжительностью 2000 часов.

Металлографическое исследование показало, что при температуре 800°C после 2000 часов выдержки начинает

выделяться σ -фаза. Максимальное ее количество наблюдается при 900 °C при выдержке 2000 часов. σ -фаза придает металлу дополнительную хрупкость.

Таким образом, заявляемый сплав обладает стабильностью свойств после старения в интервале температур 700-800 °C применительно к условиям высокотемпературной коррозии. Эти показатели существенно выше, чем у известных аналогов.

Коррозионную стойкость заявляемого сплава определяли путем замера толщины стенки труб в 30 контрольных точках через 3-6 месяцев во время останова оборудования на профилактический ремонт. В среднем скорость коррозии заявляемого сплава составила 0,7 мм/год, что в 1,5-2,5 раза ниже, чем у известных аналогов.

Испытание на жаростойкость заявленного сплава проводили на образцах диаметром 10 мм, высотой 20 мм при температуре 1100°C в воздушной среде. Жаростойкость оценивали по увеличению массы образцов после испытаний при 1100°C в течение 500, 1500, 2500, 3500 и 5000 часов. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Анализ данных, размещенных в табл. 2, показывает очень высокие характеристики жаростойкости при температуре 1100°C.

Показателем жаропрочности является длительная прочность, которая характеризует работоспособность центробежнолитных труб из жаропрочных сплавов в печах производства аммиака и др.

Испытание на длительную прочность проводили на пятикратных образцах с диаметром по расчетной длине 10 мм при температурах 1000 и 1100°C и напряжениях 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0 кгс/мм² по ГОСТ 10145-82.

Данные по минимальным значениям длительной прочности за 100000 часов наработки заявленного сплава при температурах 1000-1100°C приведены в табл. 3.

Результаты исследований, приведенные в табл. 3, показывают высокие значения жаропрочности заявленного сплава. В совокупности с механическими свойствами заявленного сплава при комнатной температуре $\sigma_B = 51$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 26$ кгс/мм², $\delta_5 = 5\%$, $\psi = 6\%$ долговечность труб повысилась до 75000 часов.

В качестве примера конкретного состава жаропрочного сплава, свойства которого приведены в табл. 1 - 3 описания, нами был использован сплав следующего состава, мас. %: углерод - 0,45; кремний - 1,5; марганец - 1,0; хром - 20,5; никель 26,7; вольфрам - 4,8; ниобий - 0,8; церий - 0,1; медь - 0,9; молибден - 0,2; азот - 0,05; титан - 0,4; бор - 0,003; алюминий - 0,3; ванадий - 0,10; магний - 0,10; цирконий - 0,10; иттрий - 0,10; бериллий - 0,10; барий - 0,003; кальций - 0,005; фосфор - 0,02; сера - 0,02; свинец - 0,01; олово - 0,01; цинк - 0,01; мышьяк - 0,01; кобальт - 10,0; железо - 31,709. Механические свойства этого сплава конкретного состава при комнатной температуре составляют: $\sigma_B = 52$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 27,1$ кгс/мм², $\delta_5 = 5,8\%$, $\psi =$

6,5%. При этом, в результате проведенных комплексных исследований на 106 опытных плавках выявлено, что в случае, если все компоненты сплава (в совокупности) будут находиться в пределах, оговоренных в формуле изобретения, то будет достигнут ожидаемый технический результат (долговечность труб из заявленного сплава увеличится с 10000 до 75000 часов), а механические свойства при комнатной температуре будут гарантированно иметь следующие значения: $\sigma_B \geq 50 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_{0,2} \geq 25 \text{ кгс/мм}^2$, $\delta_5 \geq 5\%$, $\psi \geq 6\%$.

Таким образом, исследования заявляемого сплава показали, что по механическим свойствам он находится на уровне известных аналогов, а по некоторым показателям (стабильность свойств после старения, коррозионная стойкость, жаростойкость и жаропрочность) и превосходит за счет изменения содержания компонентов в сплаве.

Формула изобретения:

Жаропрочный сплав, содержащий углерод, азот, хром, никель, ниобий, вольфрам, молибден, титан, кремний, марганец, бор, алюминий, медь, магний, цирконий, иттрий и железо, отличающийся

тем, что он дополнительно содержит церий, ванадий, бериллий, барий, кальций и кобальт при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	Углерод - Не более 0,60 Кремний - Не более 2,75 Марганец - Не более 2,00 Хром - 16,0 - 29,0 Никель - 8,0 - 50,0 Вольфрам - Не более 6,0
10	Ниобий - Не более 2,0 Церий - Не более 0,2 Медь - Не более 1,1 Молибден - Не более 0,6 Азот - Не более 0,06 Титан - Не более 0,6
15	Бор - Не более 0,006 Алюминий - Не более 1,0 Ванадий - Не более 0,2 Магний - Не более 0,15 Цирконий - Не более 0,20 Иттрий - Не более 0,15
20	Бериллий - Не более 0,20 Барий - Не более 0,005 Кальций - Не более 0,01 Кобальт - Не более 16,0 Железо - Остальное
25	при этом сумма компонентов хром+никель+кобальт должна быть не менее 24,01%, но не более 81,1%.
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	

Таблица 1

Механические свойства металлы трубы из заявленного сплава после длительного нагрева

Условия нагрева		температура испытания, °С	$\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	$\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	δ_5 , %	ψ , %
1, °С	2, час					
700	500	20	72,6	41,3	20,0	26,2
		600	45,2	26,5	17,1	27,3
		2000	20	72,0	41,3	22,1
800	500	600	45,3	26,4	18,0	32,2
		20	68,2	37,2	23,0	22,0
		700	34,1	22,4	17,0	31,2
900	500	20	63,6	36,1	13,0	11,8
		700	33,1	20,0	12,0	23,1
		20	64,1	34,1	19,0	16,2
200	800	20	22,1	17,1	6,5	25,0
		20	51,7	32,5	5,3	5,0
		800	20,6	15,0	7,0	11,2

Где $\sigma_{0.2}$ - предел прочности; $\sigma_{0.2}$ - предел текучести; δ_5 - относительное удлинение;
 ψ - относительное сужение.

Таблица 2

Увеличение массы (г/мм ²) за время, ч				
600 ч	1500 ч	2500 ч	3500 ч	5000 ч
$1,10 \times 10^{-6}$	$1,63 \times 10^{-6}$	$6,0 \times 10^{-6}$	$3,31 \times 10^{-6}$	$4,16 \times 10^{-6}$

Таблица 3

Температура, °С	1000	1020	1040	1060	1080	1100
Минимальное значение длительности прочности (кгс/мм ²)	1,16	1,11	0,95	0,78	0,69	0,59