



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55023

(13) A

(51) 7 C22C38/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЖАРОСТІЙКА СТАЛЬ

1

2

(21) 2002064914

(22) 14 08 2002

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Кузьменко Анатолій Юхимович, Платонов
Євген Олексійович, Федоров Григорій Єгорович,
Довготелес Григорій Арсентієвич, Цоновський
Сергій Іванович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ"(57) Жаростійка сталь, яка містить залізо, вуглець,
хром, кремній, алюміній, марганець,
карбідоутворюючий компонент, що включає титан і
цирконій, яка відрізняється тим, щокарбідоутворюючий компонент складає 1,3-1,4
мас. частин від вмісту вуглецю, може додатково
містити ніобій, а також містити один елемент або
будь-яку сукупність елементів з ряду титан,
цирконій і ніобій, а вміст елементів сталі складає,
мас. %

вуглець	0,25-0,54
хром	22,1-30,9
кремній	0,58-1,45
алюміній	1,26-3,15
марганець	0,35-0,96
титан	0,21-0,61
і/або цирконій	0,08-0,35
і/або ніобій	0,12-0,48
залізо	решта

Винахід належить до області металургії,
зокрема до створення ливарної жаростійкої сталі
феритного класу, яка працює в умовах впливу
агресивних газових середовищ при високих
температурах, що періодично змінюються, і може
бути використана в металургійній та
теплоенергетичній промисловості.

Відома жаростійка сталь (патент України
№23183 опубл. 15.09.2000р., бюл. №4 ч. I), що
містить, мас. % вуглецю - 0,3-1, хрому - 20-27,
кремнію - 1-2, марганцю - 1,4-4, алюмінію - 0,05-
0,1, титану - 0,05-0,1, ванадію - 0,05-0,1, кальцію -
0,05-0,1, рідкоземельного металу - 0,05-0,1, залізо
- решта. Недоліками цієї сталі є недостатні
окалиностійкість, міцність та термостійкість при
високих температурах.

Найбільш близькою до запропонованої сталі є
жаростійка сталь (патент України, №16542, опубл.
29.08.97р., бюл. №4) що містить, мас. % вуглець -
0,24-0,52, хром - 22,4-28,3, кремній - 0,76-1,37,
марганець - 0,36-0,64, алюміній - 1,8-2,62, титан -
0,16-0,48, барій - 0,05-0,12, карбідоутворюючі
елементи титан - 0,14-0,45 та цирконій - 0,06-0,18,
залізо - решта. Недоліками цієї сталі є недостатні
окалиностійкість, міцність та термостійкість при
високих температурах.

Задача винаходу полягає в підвищенні
окалиностійкості, міцності та термостійкості сталі

при високих температурах шляхом оптимізації
складу сталі.

Поставлена задача вирішується тим, що в
жаростійкій сталі, яка містить залізо, вуглець,
хром, кремній, алюміній, марганець,
карбідоутворюючий компонент, що включає титан і
цирконій, новим є те, що карбідоутворюючий
компонент складає 1,3-1,4 мас. частин від вмісту
вуглецю, може додатково містити f побій, а також
містити один елемент або будь-яку сукупність
елементів з ряду титан, цирконій і ніобій, а вміст
елементів сталі складає, мас. % угледь - 0,25-
0,54, хром - 22,1-30,9, кремній - 0,58-1,45, алюміній
- 1,26-3,15, марганець - 0,35-0,96, титан - 0,21-0,61,
і/або цирконій - 0,08-0,35, і/або ніобій - 0,12-0,48,
решта залізо.

В таблиці 1 наведені приклади конкретних
хімічних складів сталі, в таблиці 2 - залежність
властивостей сталей від їх складу.

В жаростійких сталях утворення карбідів
хрому є небажаним процесом, тому для уникнення
цього вводять карбідоутворюючий компонент, який
містить карбідоутворюючі елементи з більшою ніж
у хрому хімічною спорідненістю до вуглецю. Ці
елементи виконують функцію зв'язування вуглецю.
Для запропонованого складу сталей до таких
елементів насамперед можна віднести титан,
ніобій та цирконій. Крім карбідоутворення ці

(19) UA (11) 55023 (13) A

елементи при певних умовах можуть виконувати і деякі інші функції, наприклад, вони утворюють карбонітриди, нітриди тощо. Це сприяє поліпшенню спеціальних властивостей сталі, які необхідні для певного виду виробів в залежності від умов їх експлуатації. Тому іноді важливо включати у склад сталі не один, а два або три карбидоутворюючого елемента, хоча кожний з них може бути використаний і поодиноці. Межі, в яких знаходиться вміст кожного з карбидоутворюючих елементів, визначаються їх хімічною спорідненістю до вуглецю, а на їх кількісне вираження впливає атомна маса елементів.

Виявлено, що для запропонованого складу сталі і для таких карбидоутворюючих елементів, як титан, цирконій та ніобій, кількість карбидоутворюючого компонента в інтервалі 1,3-1,4мас % від вмісту вуглецю дає найвищий ефект проявлення найкращої сукупності властивостей сталі. Причому це стосується вибору в якості карбидоутворюючого компонента як кожного з цих елементів, так і будь-якої їх сукупності при умові використання їх в зазначених межах. Використання цього критерію дозволило одержати більш гарантований вибір оптимального складу сталі, який задовольняє вимогам щодо необхідних параметрів, тобто підвищенням окислювості, міцності та термостійкості при високих температурах, а також більш точно визначити межі, в яких знаходиться інтервал значень вмісту всіх інших компонентів в зрівнянні з прототипом.

Треба підкреслити, що межі зазначених компонентів у складі сталі, охоплюють інтервал значень, в яких сталь проявляє оптимальні властивості, і передбачають вибір багатьох конкретних складів, що можуть задовольняти тим чи іншим вимогам. Цей вибір передусім стосується вибору вмісту вуглецю. Так, наприклад, чим вища робоча температура виливків, тим менше потрібно вуглецю у складі сталі, але для виливків більш складних за формою вміст вуглецю треба підвищити. Наступний крок стосується вибору кількості карбидоутворюючого компонента, і цей вибір проводять відповідно вмісту вуглецю вже обраного для конкретного випадку. Це дозволяє більш досконало одержати результат підвищення

необхідних властивостей в зрівнянні з іншими можливими варіантами.

З наведених умов вибору оптимального складу сталі випливає, що треба враховувати не тільки межі, зазначені для кожного карбидоутворюючого елемента, а й їх співвідношення з вмістом вуглецю. Так не можна вибрати сталь, в складі якої міститься або максимальна кількість всіх елементів, або мінімальна. Також не може в якості карбидоутворюючого компонента бути використано, наприклад, тільки цирконій, якщо кількість його менша ніж 0,33мас %.

Сталь виплавляли методом сплавлення шихтових компонентів в індукційній електропечі з нагрівом до 1560-1580°C. Визначення тимчасового опору на розрив, термостійкості, окислювості проводилося на відповідних до методики випробування зразках, що були виготовлені шляхом заливки в піщано-глинисті форми. Тимчасовий опір розриву при температурах 1073К та 1273К визначали на розривній машині ГСМ-20, яка має спеціальну приставку, що дозволяє випробувати зразки при заданій температурі. Термостійкість визначала шляхом однобічного навантаження в умовах теплозмін 573↔1273К. За критерій оцінки термостійкості сталей приймали число циклів (теплозмін) до руйнування зразка, по результатам 4-5 випробувань. Окислювості сталей оцінювати ваговим методом по зменшенню маси зразків після окислення в атмосфері повітря в умовах теплозмін, тобто в режимі зміни температур 1273К - 300К - 1273К, протягом 100 годин загального часу знаходження при температурі 1273К, а також протягом 100 годин в умовах безперервної витримки при 1273К.

Запропонована сталь може використовуватися для впливів наконечників газових сопел, насадків пальників та іншої жаростійкої арматури теплоенергетичного обладнання. За рахунок підвищення роботоспроможності пальникових пристроїв котлоагрегатів теплоелектростанцій зменшуються простоти теплоенергетичного обладнання, досягається значна економія палива, а також ви грат на проведення ремонтних робіт.

Таблиця 1

Хімічний склад сталей

Елементи сталі		№№ сталей								
		Прото тип	1	2	3	4	5	6	7	8
C	Вміст елементів, мас %	0,28	0,25	0,29	0,39	0,46	0,54	0,33	0,36	0,25
Cr		23,4	22,4	22,1	25,2	30,9	30,2	26,4	25,7	25,3
Si		0,79	0,58	0,65	1,06	1,32	1,45	0,89	0,78	0,91
Al		1,85	1,31	0,88	2,17	2,93	3,15	2,35	2,31	2,29
Mn		0,41	0,35	0,48	0,63	0,96	0,88	0,55		0,61
Ti		0,42	0,21		0,3	0,33	0,61	0,46		
Zr		0,16		0,12	0,08	0,27				0,35
Nb			0,12	0,28	0,15		0,14		0,48	
Fe		решта	решта	решта	решта	решта	решта	решта	решта	решта
Σ(Ti, Nb, Zr)		0,58	0,33	0,40	0,53	0,60	0,75	0,46	0,48	0,35
Σ / %C		2,07	1,32	1,38	1,36	1,30	1,39	1,39	1,33	1,40

Таблица 2

Залежність властивостей сталей від їх складу

№№ сталей	Тимчасовий опір розриванню при температурах, МПа		Термостійкість (кількість тепловміст до руйнування в режимі 573↔1273К	Окалиностійкість (зменшення маси за 100год в повтрі) г/м ² за год в режимах	
	1073К	1273К		1273К	300К↔1273К
прототип	118	26	47	0,31	0,69
1	145	39	64	0,25	0,56
2	167	48	61	0,26	0,59
3	192	64	76	0,2	0,5
4	184	52	69	0,14	0,41
5	153	41	58	0,16	0,44
6	171	60	72	0,22	0,49
7	179	58	70	0,21	0,52
8	164	51	66	0,22	0,47