

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК НОВОЇ ШТАМПОВОЇ СТАЛІ З РЕГУЛЬОВАНИМ АУСТЕНІТНИМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ДИСПЕРСІЙНИМ КАРБІДНИМ ТВЕРДІННЯМ

Штампові сталі з регульованим аустенітним перетворенням при експлуатації (РАПЕ) являють собою новий клас матеріалів, розроблених, як заміників серійних теплостійких штампових сталей мартенситного класу, для експлуатації в умовах нагрівання пресового інструменту вище 750 °С [1, 2]. Їх особливістю є суміщення переваг у високотемпературній міцності аустенітної структури з задовільною механічною оброблюваністю феритної основи. Додаткове зміцнення сталей з РАПЕ може досягатися за рахунок дисперсійного твердіння. Але реалізація такого зміцнення потребує спеціального корегування та контролю їх хімічного складу, який забезпечував би збереження аустенітної структури в загартованому стані (обробки на пересичений твердий розчин). З урахуванням вказаного розроблена нова штампова сталь з РАПЕ марочного складу 6Х3НЗГ7МФЗ [1]. Після гартування та наступного старіння вона зміцнюється за рахунок виділення частинок карбіду тип VC. За високотемпературною (750 °С та вище) міцністю сталь 6Х3НЗГ7МФЗ суттєво переважає найбільш теплостійкі серійні штампові сталі. Однак специфічні вимоги до структурно-фазового стану розробленої сталі обумовлюють її підвищену чутливість до кількості та співвідношення в ній компонентів. Це потрібно враховувати при її промисловому виробництві та використанні. Метою роботи є визначення границь легування сталі 6Х3НЗГ7МФЗ з РАПЕ, що забезпечують збереження її особливостей та потрібну високотемпературну міцність.

З аналізу ролі кожного легувального елементу та технології виробництва були намічені наступні границі вмісту компонентів в розробленій сталі 6Х3НЗГ7МФЗ (в % мас.): С 0,53-0,61; Мп 6,25-7,75; Cr 2,75-3,95; Ni 2,75-3,65; V 2,25-2,95; Мо 0,75-1,45 та Si 0,22-0,58, решта – Fe. Для дослідів отримані три склади сталі, що містять усі компоненти або на мінімальному, або на середньому, або на максимальному рівнях вказаного вмісту. Після витопу у відкритій індукційній печі ємністю 50 кг зливки піддавали куванню на прутки квадратом 35 мм, з яких виготовляли зразки для досліджень.

Встановлено, що усі склади сталі мали критичні точки, близькі до значень, що відповідають сталям з РАПЕ: $A_{c1} = 530\text{ }^{\circ}\text{C}$, $A_{c3} = 795\text{ }^{\circ}\text{C}$, $A_{r3} = 220\text{ }^{\circ}\text{C}$, $M_n = 135\text{ }^{\circ}\text{C}$, $M_k = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Після гартування від температури $1180\text{ }^{\circ}\text{C}$ з охолодженням у маслі для усіх рівнів легування була отримана переважно (більше 50%) аустенітна структура, що необхідно для можливості їх дисперсійного зміцнення. Механічні властивості усіх рівнів легування досліджуваної сталі 6ХЗНЗГ7МФ3 при кімнатній температурі і $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, після вказаного гартування та оптимального старіння ($710\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2 години) і охолодження на повітрі, наведені в таблиці. Для порівняння надані також службові механічні властивості серійної високотеплостійкої штампової сталі мартенситного класу 5ХЗВЗМФС (ДИ23).

Таблиця – Механічні властивості сталей

Температура випробувань, $^{\circ}\text{C}$	Рівень легування, позначення сталі	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
20	Мінімальний	1594	1795	2,7	3,3
	Середній	1520	1650	8,0	9,8
	Максимальний	1344	1609	3,9	4,3
	ДИ23	1482	1630	8,2	18,7
800	Мінімальний	406	446	19,1	63,6
	Середній	424	469	5,7	57,2
	Максимальний	443	509	4,3	58,2
	ДИ23	165	219	37,0	75,6

З наведених даних видно, що при температурі $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ нова сталь на усіх рівнях легування за значеннями $\sigma_{0,2}$ в 2,5 - 2,7 рази а σ_B в 2,0 – 2,3 рази переважає серійну сталь. Таку перевагу забезпечує дисперсійно зміцнена аустенітна структура нової сталі. При кімнатній температурі нова сталь за міцністю не поступається серійній сталі, що не досягається для дисперсійно зміцнених сталей зі стабільною аустенітною структурою. Це обумовлено набуванням новою сталлю мартенсито-бейнітної структури при охолодженні до кімнатної температури. Таким чином встановлено, що для усіх обраних рівнів легування нової сталі 6ХЗНЗГ7МФ3 забезпечуються переваги за характеристиками високотемпературної міцності, порівняно з серійними високотеплостійкими штамповими сталями, при збереженні особливостей, як сталі з РАПЕ.

Список використаної літератури

1. Грабовський В.Я., Колісник О.П., Островська А.Є. Особливості структури та властивостей штампової сталі аустенітно-мартенситного класу. - Металознавство та обробка металів. 2008, № 1, с. 35-38.
2. Перепьолкіна М. В., Грабовський В.Я. Вибір ефективного легування нових штампових сталей з аустенітним перетворенням при експлуатації - Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні.-2016.- №1.- С.11 - 15.