

УДК 669.15:620.17:621.77.3

Авраменко В.В.¹, Грабовський В.Я²

¹ студ. гр. ІФ-211м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВОЇ ШТАМПОВОЇ СТАЛІ З РАПЕ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТІВ ГАРЯЧОГО ДЕФОРМУВАННЯ МЕТАЛІВ

Перспективним напрямком розробки нових матеріалів для виготовлення високонавантажених інструментів гарячого деформування металів є сталі з регульованим аустенітним перетворенням при експлуатації (РАПЕ). Порівняно з серійними теплостійким штамповими сталями мартенситного класу вони мають нижчі значення критичних точок, що забезпечує їм аустенітну структуру при температурах вище 600°C і, відповідно, кращий опір знеміцненню. Водночас, ОЦК кристалічна ґратка при кімнатній температурі, обумовлює їх кращу оброблюваність різанням та економність легування порівняно з аустенітними сталями та сплавами. Зростанню високотемпературної міцності сталей з РАПЕ сприяє забезпечення їм дисперсійного твердіння. Однією з останніх таких розробок є сталь марки 4ХЗНЗГ7М7Ф. Її зміцнювальна термічна обробка проводиться за режимом: гартування 1150°C, 2 години, масло + старіння 725°C, 2 години. Особливістю оцінки високотемпературних механічних властивостей сталей з РАПЕ є те, що після старіння випробування проводять без проміжного охолодження до кімнатної температури для збереження аустенітної структури. Однак в умовах експлуатації таке охолодження відбувається як на початку роботи інструментів при гарячому деформуванні металів так і між пресуваннями (штампуваннями). А це призводить до зворотнього $\gamma \rightarrow \alpha$ поліморфного перетворення, що може погіршити властивості сталі. Враховуючи це, важливим є встановлення того, чи буде сталь зберігати необхідний рівень високотемпературної міцності при циклічному охолодженні від температури експлуатації до кімнатної температури. Встановленню цього і присвячена дана робота.

При проведенні досліджень визначали механічні властивості на розтяг. При проведенні термічної обробки гартуванню піддавали заготовки зразків відповідного розміру, а старіння виконували після повного виготовлення зразків. Високотемпературні властивості визначали як безпосередньо після старіння (в печі розривної машини), так і після циклічного охолодження на повітрі до кімнатної температури та наступного нагрівання з витримкою 10 хвилин при температурах випробувань 750°C та 800°C (тобто 750°C ↔ 20°C та 800°C ↔ 20°C). Кількість циклів складала від 1 до 10. Встановлено, що після

гартування досліджена сталь мала переважно аустенітну структуру з твердістю 24 HRC. Аустенітна структура зберігалася і в процесі наступного старіння при 725°C. Після охолодження на повітрі до кімнатної температури сталь набуває бейнітно-мартенситну структуру з твердістю 49 HRC. А при подальшому нагріванні до температур випробувань (циклування) 750°C або 800°C знову набуває аустенітну структуру. Результати випробувань наведені в таблиці. Для порівняння наведені також властивості високотеплостійкої серійної штампової сталі марки 5Х3В3МФС (ДИ 23) після рекомендованої для неї термічної обробки.

Кількість циклів (охолоджень)	Температура випробування (циклування), °С	Механічні властивості			
		$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ , %	ψ , %
Без охолодження	750	674	697	7	18
	800	522	566	12	23
1	20	1500	1762	5	8
	750	471	530	21	57
	800	365	431	36	73
3	750	374	469	36	70
	800	290	381	61	89
5	750	373	455	37	73
	800	289	370	64	92
10	750	337	425	42	75
	800	224	346	72	95
Сталь 5Х3В3МФС	20	1400	1560	10	35
	750	320	410	20	72
	800	170	220	40	90

З отриманих даних видно, що після старіння досліджена сталь має суттєві переваги у високотемпературній міцності порівняно зі сталлю 5Х3В3МФС (втричі більші при 800°C). Важливо, що і при кімнатній температурі нова сталь за цими характеристиками переважає серійну. Циклічне охолодження зменшує характеристики високотемпературної міцності по мірі збільшення кількості циклів. Водночас навіть після 10 циклів $\sigma_{0,2}$ та σ_B залишаються на більш високому рівні порівняно зі сталлю 5Х3В3МФС, особливо при температурі випробування 800°C. Таким чином виконані дослідження дозволяють стверджувати, що нова штампова сталь з РАПЕ сталей, з урахуванням циклічного охолодження при експлуатації,

здатна бути ефективним замінником серійних високотеплостійких штампових сталей.