УДК 669.15:620.17:621.77.3
Грабовський В.Я[1]
[1] канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗНИХ РІВНЕЙ ЛЕГУВАННЯ НОВОЇ ШТАМПОВОЇ СТАЛІ З РАПЕ ТА ДИСПЕРСІЙНИМ ЗМІЦНЕННЯМ

Теплостійкі серійні штампові сталі мартенситного класу принципово не здатні зберігати працездатність при нагріванні до температур вище 700 оС внаслідок інтенсивного знеміцнення. Для таких умов експлуатації розроблено новий клас штампових сталей з регульованим аустенітним перетворенням при експлуатації (РАПЕ). Такі сталі мають ОЦК кристалічну гратку при кімнатній температурі, що забезпечує їм задовільну оброблюваність різанням, та набувають ГЦК кристалічну гратку при нагріванні вище 600 оС, що обумовлює їм більш високий опір знеміцненню порівняно з серійними штамповими сталями. Додатковому зростанню високотемпературної міцності сприяє забезпечення їх дисперсійного твердіння. Однією з таких розробок є сталь з хімічним складом, що відповідає марочному позначенню 4Х3Н3Г7М7Ф. Метою даної роботи є визначення того, наскільки зберігаються службові характеристики вказаної сталі при варіюванні хімічного складу на основних рівнях легування.

Вміст компонентів на основних рівнях легування дослідженої сталі, як марки, наведено в табл.1.

Таблиця 1. Досліджені рівні легування сталі марки 4Х3Н3Г7М7Ф

Рівень легування сталі	Масова частка легувальних елементів, %					
	C	Cr	Ni	Mn	Mo	V
Нижній	0,39	2,7	2,7	6,1	6,3	1,1
Середній	0,42	3,0	3,2	6,3	7,0	1,5
Верхній	0,46	3,6	3,5	6,9	7,1	1,8

Дисперсійне твердіння сталей такого типу відбувається за рахунок зміцнення частинками карбідів (перш за все VC) та інтерметалідів фази Лавеса типу Fe_2Mo. Відповідну зміцнювальну термічну обробку виконували за режимом: гартування від 1150°С, витримка 2 години, охолодження в маслі та старіння при 725°С протягом 2-х годин. Після гартування структура для усіх рівнів легування була переважно аустенітною, що є умовою можливості дисперсійного зміцнення сталей з РАПЕ. Номер зерна аустеніту знаходився в межах 8 – 9, що також відповідає вимогам для теплостійких штампових сталей. Визначення високотемпературних механічних властивостей

проводили після старіння, без проміжного охолодження до кімнатної температури, оскільки .при такому охолодженні сталь набуває мартенситну структуру Отримані результати, в порівнянні з високотеплостійкою серійною штамповою сталлю мартенситного класу 5Х3В3МФС (ДИ23), яка термооброблена за оптимальним режимом, наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Механічні властивості сталей 4Х3Н3Г7М7Ф і ДИ23

Температура випробувань, °С	Позначення сталі	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	σ_B, Н/мм^2	δ, %	ψ, %
750	Нижній Середній Верхній ДИ23	508 674 583 326	564 697 627 410	15,7 6,7 14,3 22,6	47,1 17,7 42,8 75,6
800	Нижній Середній Верхній ДИ23	412 522 506 165	462 566 558 219	17,9 11,5 19,5 37,0	48,0 22,5 41,2 90,1
850	Нижній Середній Верхній ДИ23	367 413 386 135	399 461 443 179	19,2 17,2 34,4 67,2	44,6 31,3 54,9 89,6

Видно, що для усіх рівнів легування характеристики високотемпературної міцності нової сталі при температурах випробування 750 - 850°С в 1,5 – 2,5 разів вище, ніж серійної сталі. Значення ударної в'язкості нової сталі складає при температурі випробувань 750°С біля 43 Дж/см^2, 800°С – 62 Дж/см^2 і 850°С – 64 Дж/см^2, що відповідає достатньо високому рівню цієї характеристики. З експлуатаційної Переваги усіх рівнів легування нової сталі порівняно з серійною сталлю зберігаються і у випадку проміжного охолодження після старіння на повітрі. Це важливо при використанні сталі для пресових та штампових інструментів.

Таким чином, сталь 4Х3Н3Г7М7Ф в усіх межах марочного складу є перспективним замінником серійних теплостійких штампових сталей.