

За комплексом показників міцності, пластичних властивостей і ударної в'язкості розроблена сталь 09X17Г9СНДЛ (причому в литому стані після гартування при 1050 °С) перевершує властивості відомих дорогих та дефіцитних хромонікелевих сталей типів 10X18Н9Т та 08X21Н6М2Т (табл. 1).

Таблиця 1 – Механічні властивості сталей

Марка сталі	Температура гартування, °С	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²
08X17Г9СНДЛ	950	774	260	40	38	310
10X18Н9Т	1050	530	230	38	55	250
08X21Н6М2Т	1050	570	340	20	45	60

На підставі проведених досліджень з урахуванням результатів попередніх досліджень кафедри МіПТ можна рекомендувати розроблену сталь 09X17Г9СНДЛ для заміни дорогих корозійностійких хромонікелевих сталей аустенітного і аустенітно-феритного класів.

Чейлях А.П., Чейлях Я.А.

(Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь)

**ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ БРОНЕВЫХ
СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТОВ
МЕТАСТАБИЛЬНОСТИ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ
МАРТЕНСИТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ**

E-mail: aleksandr.cheylyakh@gmail.com

Актуальность проблемы повышения бронестойкости бронематериалов возрастает в современных условиях конкуренции производства бронетехники, средств бронезащиты и повышения обороноспособности стран. Основой составляющей системы бронирования бронетехники и индивидуальных средств защиты являются легированные броневые стали. Анализ применяющихся современных материалов для этого производства показывает, что ос-

новной научно-технический подход к проектированию их состава, структуры и комплекса свойств заключается в формировании высокопрочного состояния ($\sigma_b \geq 1200$ МПа, $\sigma_{0,2} \geq 1000$ МПа, 450-550 НВ), достаточного запаса характеристик ударной вязкости ($KCV \geq 0,8$ МДж/м²) и пластичности ($\delta \geq 10\%$, $\psi \geq 25\%$), обеспечивающих высокую броне-пуле-стойкость, живучесть, а также технологических характеристик (горячей деформируемости, свариваемости и др.). Для достижения указанных характеристик многие известные броневые стали легируют 1-2% Cr, 1-3% Mn, 1,5-4% Ni, 0,3-0,8% Mo, 1-2% Si, 0,15-0,3% Ti, 0,3-0,7% V, иногда до 5% Co, 0,35 % Cu, 0,15 % Al, при содержании углерода 0,2-0,45%, например марки броневых сталей марок «Armoх500t»; С-500; 71; 92. Основной подход в разработке технологии упрочнения заключается в формировании структуры мартенсита отпуска проведением закалки и низкотемпературного отпуска.

Между тем ряд известных работ и наши исследования показывают перспективность получения в структуре бронесталей метастабильного аустенита, способного превращаться в мартенсит деформации вследствие деформационного мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращения в процессе эксплуатации (ДМПЭ). В результате этого в местах локализации воздействия поражающего фактора тем самым реализуются механизмы и эффекты локального самоупрочнения, саморелаксации микронапряжений, самопоглощения значительной части кинетической энергии снаряда (осколка, пули), в связи с чем меньшая ее часть остается на разрушение брони, что в совокупности и обеспечивает самоповышение броне-пуле-стойкости. Аналогично можно использовать и другие механизмы самоупрочнения – динамического деформационного двойникования, образования дефектов упаковки и дислокационных субструктур (наклеп, TWIP-эффект: Twinning Induced Plasticity – пластичность, вызванная двойникованием). Фактически при таком подходе создается новый смарт-бронематериал (smart – «умный», «разумный»), способный адекватно реагировать на воздействие поражающего фактора. Совместно с действием других известных средств защиты брони (защитные устройства динамического

типа, реактивна броня), ДМПЭ способно дополнительно повышать бронестойкость бронематериалов и в целом тактико-технические характеристики.

Для максимальной реализации указанных выше эффектов самоулучшения свойств за счет оптимальной реализации ДМПЭ, необходима отработка химического и фазово-структурного состава броневых сталей, режимов термоупрочнения (термомеханического упрочнения) с учетом всех особенностей средств поражения (тип снаряда, скорость подлета, кинетическую энергию, огневые возможности, развиваемую температуру локализации поражения и пр.). Новый подход к проектированию составов и режимов упрочнения на основе создания и целенаправленного использования метастабильных состояний и деформационных фазовых и структурных превращений позволит модернизировать современные бронематериалы для повышения тактико-технических возможностей бронетехники.

Чейлях О.П., Чейлях Я.О., Бордюжа О.Р.
(Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь)

**ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРА Fe-Cr-Mn-C
ЗНОСОСТІЙКОГО ЧАВУНУ З МЕТАСТАБІЛЬНИМ
АУСТЕНИТОМ ПІСЛЯ ТЕРМОЦІКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ**

E-mail: aleksandr.cheylyakh@gmail.com

Низькотемпературну термоциклічну обробку (НТЦО) проводили нагрівом зразків литого чавуну марки ЧХ15Г4ТЮ в печі до 600 °С, витримка 30 хв., охолодженням на повітрі до кімнатної температури, кількість циклів (N) від 1 до 60. Максимальна твердість спостерігається після першого циклу ТЦО, після чого вона знижується. Найбільша відносна абразивна зносостійкість ($\epsilon_a = 3,0$) та ударно-абразивна зносостійкість ($\epsilon_{y.a.} = 6,11$) чавуну ЧХ15Г4ТЮ досягається після першого циклу ТЦО. Це обумовлені формуванням оптимальних мікроструктури та фазового складу – суміші метастабільного аустеніту та карбідів хрому типу Me_7C_3 і $Me_{23}C_6$. Метастабільний аустеніт зазнає деформаційне мартенситне $\gamma \rightarrow \alpha'$ перетворення в процесі випро-