

Дьяченко Ю.Г., Федоров М.М.

(ДДМА, м. Краматорськ)

**ОСОБЛИВОСТІ ЗМІЦНЮЮЧОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ
НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ
ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ МЕХАНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ**

E-mail: dyachenko.yurij.1978@gmail.com, fyodorov@ukr.net

Загальновідомий принцип вибору температури нагрівання під гартування при $A_{c3} + 30 \dots 50$ °С для доевтектоїдних сталей не гарантує отримання дрібнозернистої структури, що обумовлено відсутністю надлишкових фаз, для стримування зростання зерна при нагріванні вище A_{c3} . Тому вибір температури гартування для вуглецевих доевтектоїдних сталей вимагає уточнення [1].

Мета роботи: вивчити виникнення аустеніту в низьковуглецевій мікролегованій сталі і обґрунтувати його вплив на механічні властивості цієї сталі після гартування з відпуском.

Для вивчення процесу формування аустенітної структури при нагріванні використовували метод пробних гартувань [2]. Зразки у вигляді пластин $5 \times 5 \times 20$ мм нагрівали в інтервалі $700 \dots 900$ °С через 20 °С, витримували при кожній температурі 30 хв. Потім гартували у воді, визначали твердість і піддавали металографічному контролю.

Аустеніт, що утворився при нагріванні, в результаті гартування перетворювався на мартенсит або інші структури, що відрізняються за травлінням від початкової структури. Це дозволяло легко ідентифікувати початкову і структурні складові, що знову утворюються.

Зразки для визначення міцності і ударної в'язкості піддавали гартуванню у воді з температур $700 \dots 900$ °С і витримці при нагріванні – 40 хв.

По мірі підвищення температури гартування від 720 °С до 880 °С твердість сталі збільшується. Найбільш суттєве збільшення твердості спостерігається після гартування в інтервалі температур від 720 °С до 820 °С, тобто в

інтервалі міжкритичних температур. Вплив температури гартування на інші властивості сталі після загартування з відпуском узгоджуються з характером зміни мікроструктури. Безпосередньо після гартування з 700 °С і 720 °С значення властивостей визначається структурно-фазовим станом сталі при нагріванні нижче A_{c1} . Характерною рисою для цих властивостей є низька твердість, це обумовлено наявністю ферито-перлітної структури. Значна різниця між межею плинності і межею міцності, високі значення відносного подовження і відносного звуження обумовлені наявністю великої частки фериту. Низька ударна в'язкість пов'язана з крупнозернистістю сталі після відпалу.

По мірі підвищення температури гартування до 820 °С твердість сталі різко підвищується, що пов'язано з безперервним збільшенням кількості продуктів розпаду аустеніту і зменшенням долі фериту. Після гартування від 820 °С до 880 °С твердість не підвищується, що можна пояснити максимальною насиченістю аустеніту вуглецем. Межа міцності і плинності підвищується при нагріванні від 840 °С, що пов'язано зі збільшенням долі продуктів розпаду аустеніту. Ударна в'язкість підвищується при нагріванні під гартування до 800 °С, що пов'язано з подрібненням зерна в результаті утворення аустеніту і наявністю певної долі фериту, як чинника, що уповільнює швидкість поширення тріщини в процесі випробувань на ударну в'язкість (табл. 1). Різке зменшення ударної в'язкості після гартування в інтервалі 820...840 °С викликано укрупненням зерна після зникнення в структурі долі фериту, як чинника, який стримує зростання зерен аустеніту.

Після гартування з температури 840...900 °С в'язкість практично не змінюється, що пов'язано з крупнозернистістю сталі. Відносне подовження, по мірі підвищення температури гартування, несуттєво знижується, що пов'язано зі збільшенням долі продуктів розпаду аустеніту і зменшенням долі фериту після гартування до 800 °С і укрупненням зерна після гартування в інтервалі 800...900 °С. Відносне звуження, яке в основному залежить від чистоти металу і у меншій мірі від інших чинників, мало змінюється залежно від температури загартування 720...900 °С (табл. 1).

Таблиця 1 – Експериментальні данні зміни властивостей низьковуглецевої сталі після гартування і відпуску при 640 °С

Температура гартування, °С	Властивості				
	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, Дж/см ²
700	280	500	30	68	165
720	325	505	30	73	230
760	450	600	25	75	275
800	450	675	22	73	300
820	645	725	21	72	270
840	680	760	20	72	245
900	680	775	19	70	245

Таким чином, проведенні дослідження показують, що при нагріванні низьковуглецевої сталі перекристалізація початкової ферито-перлітної структури відбувається в інтервалі $A_{c1} - A_{c3}$ у дві стадії. Перша стадія полягає в утворенні зерен аустеніту усередині раніше розташованих зерен перліту. Вона відбувається відразу після досягнення температури A_{c1} . Друга стадія полягає в подрібненні зерен первинного фериту шляхом зародження в них зерен аустеніту і дробленні зерен фериту шляхом проникнення в них зерен аустеніту, що утворилися на першій стадії перекристалізації. Завершується перекристалізація з моменту повного зникнення зерен первинного фериту.

Для отримання високого комплексу механічних властивостей з максимальним рівнем ударної в'язкості сталь слід гартувати з температури $(A_{c3} - 10)$ °С; з максимальним рівнем властивостей міцності, відповідно, з $(A_{c3} + 10)$ °С.

Литература:

1. Зельдович В. И. Образование аустенита в низкоуглеродистых железоникелевых сплавах / В. И. Зельдович, И. В. Хамская, О. С. Ринкевич // ФММ. – 1992. – Вып. 2. – С. 5–28.
2. Дьяченко С. С. Образование аустенита в железо-углеродистых сплавах. – М.: Металлургия, 1982. – С. 128.