

## КАРБИДНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ПЕРВОМ ОТПУСКЕ СТАЛИ Р6М5

Христофорова Т.А., Кузьменко Е.А.

*Национальный технический университет*

*«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Как было показано в предыдущих работах авторов, изменение временных параметров первого отпуска закалённой стали Р6М5 влияет на ее свойства после второго стандартного отпуска при 560 °С в течение 1 часа. Так, для повышения прочностных свойств рекомендовано прерывать первый отпуск на стадии «первичного разупрочнения», где твёрдость закалённой стали снижается с 64,5 до 61- 62 HRC. Для понимания полученного эффекта было необходимо исследовать, какие структурные превращения приводят к такому понижению твердости.

Известно, что структура мартенсита в закаленной быстрорежущей стали с помощью оптического микроскопа выявляется плохо. Обнаруживаются вытравившиеся границы зерен аустенитно-мартенситной структуры и нерастворившиеся при закалке карбиды. Первый отпуск при 500°С, завершённый на стадии «первичного разупрочнения», приводит к образованию структуры отпущенного мартенсита, о чем свидетельствует увеличение его травимости. Рентгеноструктурным анализом было обнаружено, что при этом происходит выделение некоторой фазы с межплоскостным расстоянием  $d=2,08\text{Å}$ , отражение от которой накладывается на линию (111) аустенита. Анализ данных ASTM Card File показал, что аналогичное межплоскостное расстояние  $d(101)$  имеет карбид  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{C}$  с гексагональной решеткой, причем интенсивность этой линии составляет 100%.

Возможность образования  $\epsilon$ -карбида на ранних стадиях отпуска закаленной стали также отмечалась в работах других авторов. Этот карбид характеризуется как промежуточный, метастабильный, как начальная стадия образования цементита в мартенсите и аустените. Периоды его кристаллической решетки равны:  $a=2,754\text{ нм}$ ,  $c=4,349\text{ нм}$ . Для этого карбида характерна кристаллографическая ориентированность при выделении из мартенсита:  $(0001)\epsilon \parallel (011)\text{м}$  и  $(1011)\epsilon \parallel (101)\text{м}$ . Относительно аустенита  $\epsilon$ -карбид имеет следующие ориентировки:  $(001)\epsilon \parallel (111)\gamma$  и  $(001)\epsilon \parallel (658)\gamma$ .

Исследование фазового состава показало, что первый отпуск, завершённый на стадии «первичного разупрочнения», приводит к выделению как в мартенсите, так и в аустените карбидов типа  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{C}$ , которые благодаря своей когерентности, расположены в структуре закономерным образом. При этом перераспределения легирующих элементов не происходит, так как изменения количества остаточного аустенита не наблюдается.

Таким образом, снижение твердости закаленной стали Р6М5 на начальной стадии первого отпуска (на стадии «первичного разупрочнения») можно объяснить срывом когерентности и выделением карбида  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{C}$ .