

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ЗАКАЛКА ЛИТОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Ю.П. Хараев (г. Улан-Удэ, Россия)

Известно, что термоциклическая обработка является одним из эффективных способов изменения структуры и свойств железоуглеродистых сплавов. Многократные фазовые и структурные превращения в результате повторных циклов нагрева и охлаждения приводят к улучшению структуры и повышению механических свойств сталей.

В связи с этим, представляется целесообразным изучение возможности применения термоциклирования при закалке литой быстрорежущей стали. Особенности литой структуры в виде сплошной сетки эвтектических карбидов определяют исследование влияния на нее различных режимов ТЦО. Выбор оптимального режима термоциклической обработки образцов исследуемой стали в процессе проведения экспериментов осуществлялся с учетом характера изменения структуры стали. Термоциклирование проведено, в пределах температур $1270^{\circ} \leftrightarrow 850^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1).

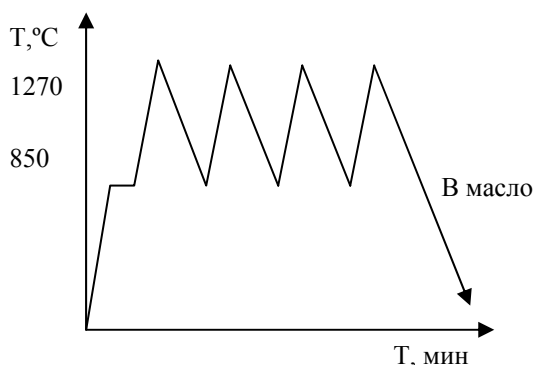


Рисунок 1 – Схема термоциклирования

На рисунке 2 представлена структура литой стали Р6М5 после первого цикла, на рисунке 3 после последнего цикла. Результаты металлографического анализа показали, что ТЦО заметно влияет на структурное состояние литой быстрорежущей стали. После первых двух циклов происходит утонение и

частичное диспергирование сетки эвтектических карбидов. После третьего и, особенно, четвертого циклов имеет место значительное диспергирование и коагуляция карбидов.



Рисунок 2 – Структура литой стали Р6М5 после 1 цикла (x400)

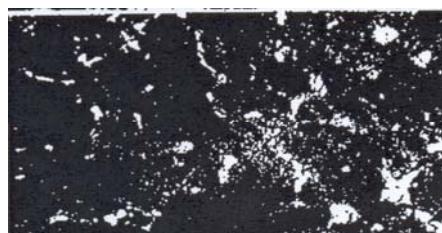


Рисунок 3 – Структура литой стали Р6М5 после 4 цикла (x400)

Форма карбидов трансформируется в сторону сферической, изменяется количество остаточного аустенита. Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 1.

Механические свойства приведены в таблице 2. Следует отметить повышение значений теплостойкости, износостойкости и твердости. Это объясняется, по-видимому тем, что ТЦО оказывает существенное влияние на структурное состояние карбидов. При циклическом температурном воздействии происходит раздробление сплошной сетки эвтектики, увеличивается растворение карбидов в матрице металла и соответственно ее легирование.

Таблица 1 – Параметры структуры после ТЦО

| Вид термообработки | Величина зерна, 10^{-3}мм | Кол-во остаточного аустенита А, % | Физическое уширение β , 10^{-2}рад . |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Обычная закалка | 28 | 30 | 2,2 |
| ТЦО | 25 | 17 | 1,9 |

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ЗАКАЛКА ЛИТОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Таблица 2 – Механические свойства литой стали Р6М5 после непрерывной закалки и посредством ТЦО

| Вид термообработки | Твёрдость HRCэ | Теплостойкость, HRCэ | Износ, Мг/ч | Уд.вязкость, КС, кДж/см ² |
|--------------------|----------------|----------------------|-------------|--------------------------------------|
| Закалка + Отпуск | 63 | 59 | 740 | 112 |
| ТЦО+ отпуск | 65 | 60 | 650 | 112 |

Различие в значениях ударной вязкости образцов, обработанных традиционным способом и после ТЦО, не зафиксировано. В процессе ТЦО происходит изменение параметров тонкой структуры исследуемой стали. В частности, ТЦО по сравнению с традиционным способом термообработки, способствует значительному снижению уровня микронапряжений, укрупнению величины блоков когерентного рассеяния, о чем свидетельствуют результаты рентгеноструктурного анализа по изменению физического уширения интерференционных линий.

Снижение величины истинного физического уширения после ТЦО можно объяснить

снижением уровня закалочных напряжений, повышением гомогенности мартенсита и равномерного распределения карбидов. ТЦО литой стали Р6М5 рекомендуется проводить в интервале температур 1270° ↔ 350°С, 4 цикла. Важно отметить, что термоциклическая обработка без отжига позволяет значительно сократить время на термообработку литого инструмента. В частности, на операцию закалки требуется в среднем не более 10-15 мин, в то время как при обычной закалке (с учетом отжига) требуется свыше двадцати часов.