

Малинов Л.С., Бурова Д.В.
(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕРМООБРАБОТКА
МАЛОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ НАГРЕВОМ В
МЕЖКРИТИЧЕСКИЙ ИНТЕРВАЛ ТЕМПЕРАТУР**

leonid-malinov@yandex.ru

В настоящее время энергосбережение является чрезвычайно актуальной проблемой. Одним из направлений ее решения является термообработка малоуглеродистых сталей с нагревом в межкритический интервал температур (МКИТ). Объектом исследования служили стали 14Г2, 15Г, 20ГЛ, 20ГФЛ. Обычно такая термообработка для них не применяется. В работе использовались металлографический и дюророметрический анализы, определялись механические свойства при растяжении и ударном изгибе.

Установлено, что нормализация с нагревом в межкритический интервал температур исследованных сталей по сравнению с нормализацией по типовому режиму позволяет получить более благоприятный уровень свойств. В этих сталях наблюдается повышение прочностных свойств при сохранении на достаточном уровне пластичности и ударной вязкости. Нормализация с нагревом в МКИТ позволяет снизить энергозатраты на термообработку. Была проведена нормализация с нагревом в МКИТ с предварительной или последующей аустенитизациями, после которых охлаждение осуществлялось на воздухе (в первом случае до температуры МКИТ, а во втором – до комнатной). Предварительная аустенитизация перед выдержкой в МКИТ создает мелкозернистость структуры, облегчающей перераспределение элементов в МКИТ. Кратковременная аустенитизация после выдержки в МКИТ исключает выравнивание состава аустенита и также, как и в предыдущем случае, обеспечивает получение мелкого зерна. Первый вариант проще, чем второй, так как его можно осуществить в одной печи. Указанные обработки позволяют получить повышенные механические свойства.

Закалка с нагревом в МКИТ и высокий отпуск исследованных сталей обеспечивают у них уровень прочностных свойств несколько более низкий, чем после закалки с нагревом выше A_{c3} при более высокой пластичности. Снижение температуры отпуска после закалки из МКИТ на $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с обычно принятой позволило получить примерно такой же комплекс механических свойств, что и после улучшения по типовому режиму, при более низких энергозатратах на термообработку.

Изотермическая закалка проводилась из МКИТ с охлаждением в воде до $300\text{...}350\text{ }^{\circ}\text{C}$ с выдержкой при этих температурах 1 ч. Во всех случаях полученные механические свойства сравнивались с таковыми после термообработки по типовому режиму с нагревом под закалку в аустенитную область. При этом, чем выше температура нагрева в МКИТ (при одной и той же выдержке), тем выше прочностные свойства, но ниже пластичность и ударная вязкость. Изотермическая закалка с нагревом в МКИТ, требующая меньших энергозатрат по сравнению с улучшением по типовому режиму, обеспечила в исследованных сталях более высокий уровень механических свойств. Еще более высокий уровень прочностных свойств при достаточной пластичности и ударной вязкости достигнут изотермической закалкой из МКИТ с предварительным нагревом в аустенитную область.

Термообработка, проводимая с нагревом в МКИТ, а не в аустенитную область температур, как это обычно принято, является энергосберегающей. Она наиболее эффективна, если в результате ее проведения создается мелкозернистая многофазная структура, в которой наряду с другими составляющими (отпущенный мартенсит и/или бейнит, небольшое количество феррита и нерастворившихся карбидов) присутствует оптимальное количество метастабильного аустенита, претерпевающий динамическое деформационное мартенситное превращение.