

**Бурова Д.В., Троцан А.И., Гоманюк В.Д.**

*(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)*

## **ЗАКАЛКА СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ИЗ МЕЖКРИТИЧЕСКОГО ИНТЕРВАЛА ТЕМПЕРАТУР (МКИТ)**

E-mail: malinovadasha@ya.ru

В последние годы, в связи с трудностями в приобретении применяемых для ремонта оборудования листовых среднеуглеродистых улучшаемых сталей, начали использовать строительные низколегированные стали. Однако в состоянии поставки они не обеспечивают требуемую долговечность деталей машин из-за сравнительно невысоких прочностных свойств. Обычно у потребителя их не подвергают термообработке. В данной работе изучалась возможность у строительных сталей 09Г2С, ЕН36, 10Г2ФБ существенно повысить прочностные свойства до уровня среднеуглеродистых улучшаемых сталей при сохранении такой же, как у них, пластичности и ударной вязкости.

Обычно закалка доэвтектоидных сталей проводится с температур, несколько превышающих  $A_{с3}$ . Это относится и к строительным сталям. Известны работы по закалке сталей 09Г2С и 10Г2ФБ с температур 1000...1100 °С. Однако такой высокотемпературный нагрев требует значительных энергозатрат. Представляло интерес изучить закалку из МКИТ. Между тем, такая закалка используется лишь для низкоуглеродистых низколегированных сталей, применяемых для глубокой вытяжки. При этом в них строго регламентируется количество мартенсита (25...30 %), чтобы иметь высокую пластичность. В данной работе при закалке из МКИТ исследованных сталей количество мартенсита варьировалось в широких пределах. Охлаждающей средой служила вода. Проводились металлографические исследования и определение механических свойств. Полученные данные показывают, что с повышением температуры нагрева под закалку в МКИТ и, особенно после перехода в аустенитную область, прочностные свойства увеличиваются, а пластичность и ударная вязкость снижаются. Это обусловлено увеличением количества мартенсита в структуре и, соответственно, снижением доли феррита. Механические свойства согласно требованиям, предъявляемым к среднеуглеродистым низколегированным сталям, после закалки и высокого отпуска во многих случаях находятся в диапазоне:  $\sigma_{0,2} = 750...950$  МПа,  $\sigma_B = 900...1000$  МПа,  $\delta = 10...12$  %,  $\psi = 40...55$  %,  $KCU = 0,6...1,0$  МДж/м<sup>2</sup>.

Закалка из МКИТ с 800...840 °С исследованных сталей во многих случаях может их удовлетворить, поскольку уровень механических свойств таков:  $\sigma_{0,2} = 810...1000$  МПа,  $\sigma_B = 930...1100$  МПа,  $\delta = 10...14$  %,  $\psi = 54...63$  %,  $KCU = 0,9...1,10$  МДж/м<sup>2</sup>. Закалка из МКИТ является энерго- и ресурсосберегающей термообработкой, поскольку температура нагрева в МКИТ ниже, чем обычно принятая из аустенитной области. Кроме того, при закалке не используется дорогое и неэкологическое масло, а после неё не требуется отпуск, который также энергозатратен. Результаты исследований внедрены в производство и показали свою эффективность. В ряде случаев для получения повышенного уровня прочностных свойств, пластичности и ударной вязкости строительные стали подвергаются закалке и высокому отпуску, который требует дополнительных энергозатрат. В данной работе изучалась возможность получения в исследованных строительных сталях близкого уровня механических свойств за счет применения изотермической закалки, которая обычно к таким сталям не используется. В отличие от того, как это обычно принято, изотермическая закалка проводилась с нагревом в МКИТ. После пребывания 30...60 мин при 760 °С образцы для определения механических свойств охлаждались в воде до 500 °С, а затем выдерживались в печи в течение 30, 60 и 90 мин. Такой способ изотермической закалки является экологически чистым, поскольку не требует применения расплавов нитратов или щелочей. Наиболее высокие механические свойства получены у сталей ЕН36 и 10Г2ФБ после изотермической выдержки при 500 °С в течение 60 мин. Они у этих сталей составляют:  $\sigma_{0,2} = 503...570$  МПа,  $\sigma_B = 615...695$  МПа,  $\delta = 20...22$  %,  $\psi = 73...76$  %,  $KCU = 1,7...1,8$  МДж/м<sup>2</sup>. Полученные данные показывают целесообразность применения

заковки из МКИТ (в том числе изотермической по схеме «вода-печь») как экологически чистой энергосберегающей термообработки.