

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

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭКОЛОГИЧНЫЕ СПОСОБЫ  
ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ И СТУПЕНЧАТОЙ ЗАКАЛКИ СТАЛЕЙ И  
ЧУГУНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СВОЙСТВ ЗА СЧЕТ ПОЛУЧЕНИЯ  
МНОГОФАЗНОЙ СТРУКТУРЫ С МЕТАСТАБИЛЬНЫМ АУСТЕНИТОМ**

E-mail: malinov\_1\_s@pstu.edu

В промышленности широкое применение нашли изотермическая и ступенчатая закалка сталей и чугунов. Они включают аустенитизацию, охлаждение в расплаве солей или щелочей до заданной температуры, выдержку при этой температуре и охлаждение на воздухе до комнатной температуры. Их недостатком является применение неэкологичных и небезопасных расплавов из-за вредных испарений или выбросов при попадании влаги на их поверхность. Кроме того, после термообработки требуется промывка изделий. В работе ставилась задача разработать способы изотермической и ступенчатой закалки, в которых было бы исключено использование расплавов и, кроме того, получена многофазная структура с метастабильным аустенитом. В результате проведенных исследований предложены нетиповые способы изотермической и ступенчатой закалки. В отличие от известных способов стали и чугуны предложено после аустенитизации охлаждать в воде до заданной температуры, при которой выдержка проводится в печи. Окончательное охлаждение осуществляют на воздухе. В ряде случаев при повышенной степени легирования сталей и чугунов после аустенитизации охлаждение до заданной температуры выдержки может быть осуществлено вместо воды потоком воздуха, создаваемого, например, вентиляторами. Тот и другой способы легко реализуемы в промышленных условиях. При необходимости сохранить неокисленную поверхность могут быть использованы при нагреве, охлаждении и выдержке в печи защитные газы. Однако для этого требуется специальное оборудование. В отличие от расплава солей вода и поток воздуха являются экологически чистыми и безопасными охлаждающими средами. Время, необходимое для охлаждения до заданной температуры, определяется предварительно на образцах - свидетелях с зачеканенной в них термопарой. Выдержку при заданной температуре (выше или ниже мартенситной точки) проводят в печи в течение времени, необходимого для получения требуемых свойств. При осуществлении способов следует получать в структуре наряду с другими составляющими метастабильный остаточный аустенит, оптимизировать его количество и степень стабильности применительно к условиям нагружения. При этом во многих случаях отпуск не требуется, что обеспечивает энергосбережение. Дополнительно снизить энергозатраты позволяет при реализации предложенного способа закалка из межкритического интервала температур доэвтектоидных сталей и чугунов с ферритно-перлитной металлической основой. При рациональных термовременных режимах термообработки предложенными способами, обеспечивающими получение многофазной структуры с оптимальным количеством и стабильностью аустенита, может быть получено уникальное сочетание механических свойств. Для подтверждения этого ниже приведен пример изотермической закалки стали 30ХГСА. Она имеет следующие критические точки:  $A_{c1} = 760\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $A_{c3} = 830\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После изотермической закалки по предложенному способу: нагрев в МКИТ на  $790\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выдержка. 30 мин, охлаждение в воде до  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выдержка при этой температуре 60 мин, охлаждение на воздухе получены следующие механические свойства:  $\sigma_{0,2} = 1030\text{ МПа}$ ,  $\sigma_b = 1160\text{ Па}$ ,  $\delta = 25\%$ ,  $\psi = 67\%$ ,  $KCU = 1,4\text{ МДж/м}^2$ . После типовой термообработки, включающей закалку с  $880\text{ }^{\circ}\text{C}$  в масло и высокий отпуск при  $540\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1 ч, охлаждение в масло механические свойства заметно ниже:  $\sigma_{0,2} = 880\text{ МПа}$ ,  $\sigma_b = 980\text{ МПа}$ ,  $\delta = 12\%$ ,  $\psi = 53\%$ ,  $KCU = 1,0\text{ МДж/м}^2$ . При этом энергозатраты выше. Преимуществами предложенных способов изотермической и ступенчатой закалки являются исключение применения неэкологичных расплавов солей и щелочей, энергосбережение и получение свойств, не достигаемых типовой термообработкой, включающей закалку в одном охладителе и отпуск.