

специальных карбидов. Наиболее высокая абразивная износостойкость получена после закалки с 1050 °С и низкого отпуска.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТУПЕНЧАТОЙ ЗАКАЛКИ ПО НОВОМУ СПОСОБУ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТЬЮ АУСТЕНИТА**

Л. С. Малинов, проф., д-р техн. наук, ГВУЗ «ПГТУ»

Типовой термообработкой для аустенитных метастабильных сталей является закалка в воде после аустенитизации. Однако в тех случаях, когда необходимо для повышения механических свойств или износостойкости изменить стабильность аустенита, применяют последующее старение, стабилизирующее или дестабилизирующее его по отношению к динамическому деформационному мартенситному превращению (ДДМП). Проведение старения после закалки требует дополнительных энергозатрат на нагрев. Учитывая актуальность проблемы энергосбережения, показана возможность применения ступенчатой закалки, объединяющей в одном технологическом процессе ускоренное охлаждение с температуры аустенитизации и выдержку в различных температурных интервалах, в которых обеспечивается стабилизация или дестабилизация аустенита. Ступенчатую закалку обычно проводят в неэкологичных расплавах солей и щелочей. Ее не применяют для термообработки аустенитных сталей. В отличие от этого в данной работе показана целесообразность управления стабильностью аустенита и свойствами метастабильных аустенитных сталей за счет использования ступенчатой закалки по новому способу, предложенному автором, в котором охлаждение с температуры аустенитизации до температуры ступеньки проводится в воде, а выдержка при требуемой температуре - в печи.

Исследование проведено на сталях 14X14Г12Ф, 100Г8ФЛ и 100Г10ФЛ. Установлено, что ступенчатая закалка первой стали с выдержкой при температуре 350 °С стабилизирует аустенит по сравнению с обычной закалкой. В результате ее механические свойства существенно улучшились ( $\sigma_{0,2}=345$  МПа,  $\sigma_B=1060$  МПа,  $\delta=43$  %). После обычной закалки они составляют:  $\sigma_{0,2}=305$  МПа,  $\sigma_B=810$  МПа,  $\delta=27$  %.

У стали 100Г8ФЛ после ступенчатой закалки (температура ступеньки 300 °С), стабилизирующей аустенит, ударно-абразивная износостойкость по сравнению с обычной закалкой возросла на 25 %. Ступенчатая закалка стали 100Г10ФЛ, дестабилизирующая аустенит

(температура ступеньки 650 °С), повысила ее абразивную износостойкость на 30 %.

**ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ С НАГРЕВОМ  
В МЕЖКРИТИЧЕСКИЙ ИНТЕРВАЛ ТЕМПЕРАТУР  
КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ - ПЕРСПЕКТИВНОЕ  
НАПРАВЛЕНИЕ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ И ПОЛУЧЕНИИ  
ХОРОШЕГО СОЧЕТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Л. С. Малинов, проф., д-р техн. наук, Д. В. Бутова, ст. преподаватель,  
канд. техн. наук, В. Д. Гоманюк, ст. лаборант, ГВУЗ «ПГТУ»

Актуальной проблемой в настоящее время является энергосбережение. Одним из важных направлений его реализации является термообработка многих конструкционных сталей перлитного, бейнитного, мартенситного классов с нагревом в межкритический интервал температур (МКИТ). Следует подчеркнуть, что в промышленности широко используется лишь закалка из МКИТ сталей для глубокой вытяжки и холодной высадки. Большинство доэвтектоидных сталей нагревают при проведении нормализации и закалки в аустенитную область (выше  $A_{c3}$ ). Это обусловлено существующими в учебной и технической литературе представлениями о невозможности получения требуемого уровня механических свойств после термообработки с нагревом в МКИТ из-за невозможности полной перекристаллизации и присутствия в структуре феррита. Наши исследования и ряд публикаций других авторов показывают, что при рациональных термовременных режимах термообработка с нагревом в МКИТ позволяет получить у сталей и наплавленного металла хорошее сочетание механических свойств и повышенную износостойкость. Содержание в конструкционных сталях Ti, V, Nb исключает необходимость нагрева выше  $A_{c3}$ . Небольшое количество феррита, в виде мелких равномерно распределенных в структуре включений способствует повышению пластичности и ударной вязкости. Особенно хороший комплекс механических свойств достигается получением многофазной микронеоднородной структуры с метастабильным аустенитом при его оптимальном количестве и стабильность применительно к конкретным условиям нагружения. Например, закалка из МКИТ в двух охладителях, ступенчатая и изотермическая закалка сталей позволяют уменьшить энергозатраты при термообработке, а также получить хорошее сочетание механических свойств. С нагревом в МКИТ целесообразно в ряде случаев проводить нормализацию. Наиболее высокий уровень свойств