

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА – МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ ПРИ СОХРАНЕНИИ ПЛАСТИЧНОСТИ

Гурьев А. М., Старостенков М. Д., Земляков С. А.

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия, guriev@alt.ru*

Для улучшения структуры сплавов и повышения их механических свойств разрабатываются различные виды термической обработки, основанные на использовании циклических тепловых воздействий, получивших название термоциклической обработки (ТЦО). Однако отсутствие обоснованных представлений о механизме формирования комплекса оптимальных свойств в процессе ТЦО создало условия нерационального выбора и, зачастую, неэффективного использования потенциальных возможностей перспективного метода упрочнения сталей и сплавов.

Противоречивое понимание взаимного влияния различных параметров термоциклирования (скорость нагрева и охлаждения, температура в цикле, количество термоциклов и др.) создало предпосылки для применения широкого спектра способов ТЦО, отличающихся не только принципом воздействия на структуру (с полными фазовыми превращениями, с частичными или без таковых), но и, самое главное, различающихся до 20 - 50 раз энергозатратами для получения необходимого результата.

В работе изучено влияние параметров высокотемпературной ТЦО с неполными фазовыми превращениями на структуру и физико-механические свойства инструментальных сталей. Проведена оптимизация режимов окончательной термоциклической обработки для углеродистых и легированных сталей У8А, У10, 9ХС, Х12Ф1 и др. Построены математические модели, связывающие технологические факторы ТЦО (температура нагрева и охлаждения, время выдержки при этих температурах, скорость нагрева и охлаждения) со структурой и механическими свойствами наиболее широко применяемых углеродистых и легированных инструментальных сталей. Математические модели отчетливо выявили те параметры ТЦО, которые наиболее сильно влияют на механические свойства, а также эффекты их взаимодействия. Установлено, что основными критериями, определяющими пластичность и ударную вязкость эвтектоидной стали является температура в термоцикле и время выдержки при максимальной температуре. Роль ТЦО проявляется через комплексный характер изменения параметров микроструктуры и внутренних напряжений.

На основе установленного обобщенного механизма формирования структуры и свойств стали в процессе окончательной термоциклической обработки нами разработан новый высокоэффективный способ термического упрочнения инструментальных сталей защищенный патентом РФ на изобретение.

Исследования показали, что повышение ударной вязкости до 2,5 раз при сохранении твердости образцов из стали Х12Ф1, обработанных по оптимальным режимам ТЦО, происходит уже после двух термоциклов.

Более полное с использованием тонких методов исследований изучение кинетики формирования окончательной структуры углеродистых сталей в процессе проведения ТЦО позволило предложить обобщенный механизм формирования структуры и свойств этих сталей при окончательной ТЦО. Понимание механизма формирования свойств и структуры, их определяющей, позволяет сформулировать принципы и возможные направления оптимизации параметров ТЦО в целях повышения качества, стабилизации свойств и повышения эксплуатационной стойкости инструмента.