

Циклическая термическая и химико-термическая обработка ряда конструкционных сталей

Константинов В.М., Ткаченко Г.А., Семенченко М.В.
Белорусский национальный технический университет

Химико-термическая обработка стали является энерго- и ресурсоемкой операцией. При цементации, борировании или алитировании происходит значительный рост аустенитного зерна, что приводит к снижению механических свойства углеродистых и легированных не карбидообразующими элементами сталей. Поэтому в последнее время появилось множество научных работ по печной циклической обработке (В.К. Федюкин, М.Е. Смагоринский, С.Ф. Забелин, А.М. Гурьев), в которых изучены механизмы структурообразования и механические свойства сталей. Однако циклическое тепловое воздействие индукционного и переменного тока для ТО и ХТО не рассмотрено в полном объеме.

Термическая обработка с циклическим индукционным нагревом, проведенная после нитроцементации (850 °С) стали 40Х, позволяет получить в диффузионном слое мелконгольчатый мартенсит с длиной наибольших игл 4...8 мкм, а в сердцевине стального образца – 8...12 мкм. Помимо увеличения дисперсности происходит новообразование, измельчение цементита (с 15 мкм до 2 мкм) в нитроцементованном слое. В результате площадь цементитной фазы в диффузионном слое заметно больше (в 2 раза), нежели в слое после стационарного режима насыщения. Многократные фазовые превращения при ТЦО в высокоуглеродистом аустените вызывают процессы перераспределения углерода и выделения цементита во время охлаждения.

При повторном нагреве выделившиеся частицы цементита практически не растворяются при максимальной температуре, так как скорость нагрева высока и времени для их растворения недостаточно. Увеличение дисперсности структур сопровождается повышением твердости слоя с 60 HRC до 66 HRC (сталь 40Х). Циклический электроконтактный нагрев прямым пропусканием переменного тока приемлем для ХТО проволоки и других длинномерных изделий. Пропуская по проволоке 09Г2С ток с длительностью импульса 0,01...10 секунды (время нагрева) и длительностью паузы 1...3 секунды (время охлаждения) можно получить за 5 минут при температуре 1100...1200 °С алитированный слой толщиной до 0,2 мм с микротвердостью 2300...2100 HV 0.1

Таким образом, циклический нагрев индукционным током и переменным позволяет не только измельчать структуру, но и сокращать длительность ХТО до нескольких минут вместо часов.