

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКОЙ

Веремейчик А. И., Сазонов М. И., Хвисевич В. М., Цыганов Д. Л.

Брестский ГТУ, Брест/Беларусь

vai_mrtm@bstu.by

Метод упрочнения стальных изделий путем поверхностной плазменной закалки с помощью движущейся плазменной струи отличается от других способов сравнительно невысокой стоимостью плазменных установок, высоким тепловым КПД генератора плазмы и позволяет осуществлять упрочнение металла в твердой фазе или с равномерным оплавлением поверхности, исключить деформацию упрочняемых деталей, создавать различную глубину упрочняемого слоя, получать поверхностный слой с высокой твердостью. Микрогеометрия поверхности детали формируется в зависимости от вида защитного газа, тока дуги и скорости движения дуги. Характер распределения микротвердости по ширине зоны воздействия плазменной дуги подчиняется нормальной закономерности, в этой связи в поверхностном слое изделия возникает локальное упрочнение.

Методика определения температуры по глубине детали путем численного решения задачи теплопроводности и экспериментально с помощью системы с безинерционным скоростным датчиком позволяет прогнозировать структурные превращения, происходящие в металле при воздействии плазменной дуги. Процесс поверхностной плазменной закалки разработан и апробирован на образцах из стали 45. Установлено, что в процессе закалки скорость нагрева металла превышает 10^4 град/с, а при скорости охлаждения не менее 10^3 - $5 \cdot 10^3$ град/с в поверхностном слое, нагретом до 900-950 °С образуется высокодисперсный мартенсит, что происходит благодаря превращению “перлит-аустенит” в рамках перлитных колоний. При оптимальном соотношении параметров процесса закалки (I , V , Q) в твердой фазе и из жидкого состояния микротвердость слоя достигает, соответственно, 970–1100 HV_{0,1} (защитный газ аргон) и 1100–1300 HV_{0,1} (защитный газ азот). При таких режимах в упрочненном слое, благодаря мартенситным превращениям, появляются остаточные сжимающие напряжения. В нижних слоях металла, где температура ниже 950 °С, возникают растягивающие напряжения. В общем случае, тепловые (возникающие при неравномерном охлаждении поверхности образца и его сердцевины) и структурные напряжения, появляющиеся в результате неоднородности протекания мартенситных превращений, суммируются. Поэтому возникающие при таком способе обработки термические напряжения практически не вызывают деформаций изделия. При глубине упрочняемого слоя 0,25–0,6 мм износостойкость образцов повысилась примерно в 2,7 раза. Экспериментально установлен значительный эффект применения поверхностной плазменной закалки для стали 40Х. В зоне воздействия плазменной струи микроструктура состоит из однородного высокодисперсного мартенсита, остаточного аустенита и карбидов. За счет карбидообразующих элементов (Cr, W) при глубине упрочняемого слоя 0,4–0,55 мм происходит уменьшение микротвердости до 710–780 HV_{0,1} (защитный газ аргон) и 810–900 HV_{0,1} (защитный газ азот).

Учитывая специфику мартенситных превращений, путем варьирования параметров плазменной закалки, можно получать изделия с высокой поверхностной твердостью и одновременно вязкой сердцевиной, что является основным достоинством данного способа упрочнения.