

УДК 678.027.3

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ

А.И. ВЕРЕМЕЙЧИК, С.Р. ОНЫСЬКО, М.И. САЗОНОВ, В.М. ХВИСЕВИЧ

Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

При обследовании механизмов и машин основные детали часто подвергаются воздействиям агрессивной среды, механическим усилиям и температурным воздействиям. Для повышения продолжительности ресурса эксплуатации и сокращения времени простоя машины используются различные методы. Проведенные исследования позволяют выделить из этих способов поверхностное упрочнение деталей при помощи высокоинтенсивных источников нагрева, применение которых позволяет реализовать процесс упрочнения деталей лишь на незначительную глубину.

В работе проведены исследования упрочнения нержавеющей и инструментальных сталей.

Для повышения износостойкости и увеличению сопротивляемости пластическому и хрупкому разрушению предлагается применить поверхностную термообработку детали (ПУ), как наиболее полное обеспечивающее оптимальное сочетание величины вязкости сердцевины с высокой поверхностной твердостью. Такое упрочнение реализуется путем локальной закалки при помощи быстро перемещающегося высокоинтенсивного высококонцентрированного источника тепла, а именно плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока мощностью 1,0 – 1,4 кВт.

Такое упрочнение деталей характеризуется рядом преимуществ:

- достаточно малой глубиной закалки (всего лишь в местах износа);
- при ПУ твердость поверхностного слоя заметно выше, чем при объемной закалке;
- отсутствие термических деформаций изготавливаемой детали благодаря локальности и кратковременности взаимодействия плазмы с поверхностью металла.

Разработанная установка состоит из плазмотрона постоянного тока, силового источника питания дуги, высокочастотного устройства поджига дуги, системы газоснабжения плазмотрона аргоном и азотом и системы водоохлаждения плазмотрона. Для перемещения плазмотрона с заданной скоростью создано специальное механическое устройство, реализующее плоскопараллельное движение упрочняемой детали относительно плазмотрона.

Плазменная закалка производилась при токах дуги $I = 6-32$ А и использовании в качестве плазмообразующего газа аргона, а в плазмотроне применено обжимающее дугу сопло с диаметром отверстия, равном 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 4 до 17 мм/с. В



результате проведенных экспериментов определены оптимальные параметры упрочнения.

Исследованы микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазмотрона. Определены зависимости микротвердости стали от скорости движения плазменной дуги по глубине поверхностного слоя. Установлено, что значение микротвердости почти в 2 раза выше исходной. Достигнуто увеличение микротвердости до 500–600 HV_{0,1}, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости упрочнения от 0,4 до 0,7 мм. Кроме того, изучено влияние величины тока дуги на микротвердость и глубину закаленного слоя.

Как показали исследования, значительное влияние на формирование структуры материала поверхностного слоя и микроструктуру оказывает также среда, в которой горит дуга. В стали, обработанной плазменной струей в защитной среде аргона (однократная обработка) не наблюдается значительных качественных изменений в структуре материала при различных параметрах процесса. При термообработке стали плазменной струей в защитной среде азота четко наблюдаются все три характерных слоя, которые видоизменяются при различных расходах защитного газа. Во внутренней зоне, плавно переходящей в исходный металл наблюдается преимущественная ориентировка зерен (текстура), которая возникает вследствие пластической деформации и аналогичной структуре ядра материала. Граница этой зоны соответствует глубине теплового влияния плазменной струи. Вторая зона состоит из равноосных зерен рекристаллизованного материала. Этот слой был подвержен расплавлению и при такой температуре произошел процесс перекристаллизации.

Поверхностный слой обработанной стали содержит дендритную структуру, возникающую в процессе перекристаллизации материала. Дендритная структура материала хорошо наблюдается при увеличении $\times 675$, она возникла вследствие быстрого охлаждения нагретого материала. Обследование закаленных образцов показало, что увеличение тока дуги ведет к значительному расширению зоны теплового воздействия плазменной струи.

Установлено, что при воздействии плазменной струи в защитной среде азота в фазовом составе стали образуются карбиды и нитриды железа – гексагональная фаза типа ϵ , что объясняется диффузионным насыщением азотом и углеродом исходного материала и происходящими химическими процессами.

Экспериментально подтверждена возможность закалки при наложении соседних дорожек друг на друга с расстояниями между их осями, равном 0,4 мм; при этом микротвердость составила 532–600 HV.