

ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ СТАЛИ 40X

Хачатуров А.А.(МТ-12м)*

Донецкий национальный технический университет

Поверхностное упрочнение стальных деталей с помощью плазменного дугового разряда – перспективный, но недостаточно изученный метод. Прежде всего, это относится к вопросам распределения температурных полей в области нагрева, а также оценке скоростей нагрева и охлаждения металла в процессе перемещения локального высокотемпературного источника. Особый интерес представляет исследование влияния режимов и скорости перемещения зоны нагрева на формирование упрочненного слоя с целью получения оптимального сочетания прочностных свойств и износостойкости, обусловленного структурными и фазовыми превращениями, происходящими в металле.

Целью данной работы было изучение влияния режимов поверхностной плазменной обработки стали 40X на структуру и свойства упрочненного слоя.

Предварительные оценочные результаты, были получены экспериментально. В качестве основного параметра процесса задавали скорость перемещения зоны нагрева и режим горения дуги.

Исследования проводились на микроплазменной установке “Мультиплаз 3500”, перемещения зоны нагрева осуществляли в диапазоне скоростей 1,5...4мм/с. Расстояние от сопла до обрабатываемой детали составляло 2-3мм. Расход плазмообразующей смеси (50% H₂O + 50% C₂H₅OH) - 0,25 л/час. Были взяты образцы круглого проката диаметром 80 мм и длиной 300 мм из стали 40X, содержание химических элементов соответствовало требованиям ДСТУ для данной марки стали. Исходная структура стали 40X - феррито – перлитная. После плазменной обработки торца проката нарезались образцы для дальнейших исследований.

Образцы обрабатывались в режиме MODE 2 (горение дуги происходит между металлом и соплом). Скорость перемещения зоны нагрева в процессе обработки составляла: V₁=1,5 мм/с, V₂=1,8 мм/с, V₃=2 мм/с, V₄=2,6 мм/с, V₅=2,8 мм/с, V₆=3 мм/с, V₇=3,4 мм/с, V₈=4 мм/с.

При макроструктурном анализе было выявлено, что при обработке образцов со скоростью V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, происходит оплавление поверхности, зона термического влияния велика. Структуры таких зон обработки будут иметь мартенсит с дендритными включениями (рисунок 1). При обработке образцов со скоростью V₆, V₇ и V₈ оплавление в зоне нагрева не наблюдается.

*Руководитель – к.т.н., доцент кафедры “Физическое материаловедение” Власенко Н.Н.



Рисунок 1 - Микроструктура поверхностного слоя с оплавлением ($\times 400$)

Металлографический анализ упрочненных образцов с использованием оптической микроскопии показал, что зона термического воздействия плазменной струи имеет форму сегмента (рисунок 2). При обработке без оплавления она состоит из закаленной зоны, в которой произошли мартенситные превращения, и пограничной (переходной к исходному материалу). При обработке с оплавлением возникает дополнительная поверхностная зона оплавления (закалка из жидкого состояния).



Рисунок 2 - Макроструктура зоны термического воздействия на стали 40X ($\times 100$)

Микроструктура закаленной зоны представляет собой весьма однородный высокодисперсный мартенсит + остаточный аустенит + карбиды. Формирование такой структуры обусловлено малыми размерами аустенитных зерен, образовавшихся при высокоскоростном плазменном нагреве. Несмотря на очень высокие температуры нагрева при оптимальных режимах обработки, близкие к температуре плавления, рост зерна аустенита, а также его гомогенизация не происходят из-за чрезвычайно малой длительности пребывания металла при данной температуре и последующего резкого охлаждения.

Проведенные эксперименты показали, что скорость перемещения зоны нагрева влияет на структурные и фазовые превращения на поверхности обрабатываемого металла. При варьировании скорости перемещения зоны нагрева, можно создать оптимальный режим обработки для достижения требуемой структуры.