Плазменно-оптическая модификация свойств поверхности конструкционной стали Ст3

Базалеева К.О., Буякина А.А., Камруков А.С., Козлов Н.П., Лушников Е.И., Полюхович И.А., Шевченко С.Ю.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия, bazaleevak@mail.ru, kamrukov@mail.ru

Известно, что плазменная обработка является эффективным способом повышения характеристик поверхностного слоя материала. В процессе высокоэнергетического воздействия поверхность подвергается сверхбыстрым нагреву и охлаждению, а также деформационному удару. В результате возникает слой толщиной порядка нескольких десятков микрометров, находящийся в неравновесном состоянии и обладающий принципиально иными свойствами по сравнению с сердцевиной сплава. Структурное состояние этого слоя, а также его свойства представляют большой практический и научный интерес.

В работе рассмотрен эффект модификации свойств поверхности конструкционной стали Ст3 при ее обработке высокоэнтальпийными импульсными плазменными потоками в воздушной атмосфере. Для генерации потоков плазмы использовался импульсный плазмотрон на основе сильноточного разряда магнитоплазменного компрессора в воздухе. Согласно проведенным измерениям, при запасаемой в конденсаторах энергии 13,5 кДж (U0=3кВ) плазмотрон обеспечивал следующие параметры процесса обработки поверхностей: плотность радиационных потоков до 330 кВт/см2 (температура ударно сжатой плазмы на поверхности ~15 кК, давление плазмы ~150 бар), плотность энергии до 40 Дж/см2; характерное время воздействия – 120±10мкс. Диаметр зоны, модифицированной плазмой за один импульс облучения, был близок к диаметру наружного электрода (анода) плазмотрона и составлял ~40...50 мм.

Методами металлографического анализа и растровой электронной микроскопии исследована структура модифицированных слоев Ст3. Толщина слоя с измененной структурой составляет примерно 30 мкм. Модифицированный слой имеет неоднородную структуру: на поверхности наблюдается зона толщиной ~10 мкм с игольчатой мартенситной структурой, далее следует ферритно-мартенситная зона толщиной ~20 мкм.

С помощью микрорентгеноспектрального метода определен элементный состав модифицированных слоев. Установлено, что составы мартенситной и ферритно-мартенситной зон не отличаются от состава сердцевины сплава.

Рентгеноструктурный анализ показал, что в модифицированных слоях присутствует α−фаза (мартенсит и феррит). Ширина рентгеновских пиков α−фазы существенно (в 5…7 раз) увеличена по сравнению с шириной пиков исходного материала. Этот результат может быть объяснен формированием большого количества дефектов кристаллического строения в процессе плазменного воздействия.

Косвенно это наблюдение подтверждается аномально высокими значениями твердости модифицированной поверхности стали Ст3 - при микротвердости сердцевины 180 HV твердость обработанной плазменным потоком поверхности составила 700 HV. Для сравнения твердость мартенсита Ст3 после объемной закалки в воде с температуры 880°С не превышала 400HV.

Методом ускоренных коррозионных испытаний показано, что импульсная плазменно-оптическая обработка стали Ст3 приводит к существенному (в 5...7 раз) повышению коррозионной стойкости.

Полученные результаты в целом указывают на перспективность дальнейшего исследования и разработки данной технологии.