

## ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ КОМПРЕССИОННЫМИ ПЛАЗМЕННЫМИ ПОТОКАМИ

А.А. СМильгин, Н.Н. Черенда

The results of the structure and phase composition investigation of a carbon steel with 27  $\mu\text{m}$  surface oxide layer exposed to compression plasma flows have been presented. The findings showed that change of the treatment parameters allowed to control the intensity of cleaning

Ключевые слова: компрессионные плазменные потоки, изотермический отжиг, оксидный слой

В данной работе предложен новый метод удаления оксидных слоев с поверхности стали, основанный на воздействии компрессионных плазменных потоков. Длительность плазменного импульса составляет порядка 100 мкс. Высокая плотность энергии, поглощаемая поверхностью при воздействии, до 45 Дж/см<sup>2</sup>, обеспечивает нагрев поверхностного слоя до высокой температуры, что повышает эффективность химических реакций на поверхности обрабатываемого изделия в используемой атмосфере. Эти два фактора могут обеспечить высокую производительность и низкие удельные энергозатраты процесса.

Целью работы являлось установление механизмов удаления окалина с поверхности стали при воздействии компрессионными плазменными потоками.

Исследования проводились на конструкционной углеродистой стали 3. Поверхность образцов подвергалась окислению в процессе изотермического отжига при 700°C в течение 3 часов на воздухе. Толщина оксидного слоя составила 27 мкм. Оксидированные образцы обрабатывались компрессионными плазменными потоками (КПП), генерируемыми магнитоплазменным компрессором компактной геометрии в атмосфере азота при давлении в камере 400 Па. Количество импульсов изменялось от 1 до 3. Расстояние между мишенью и катодом составляло 8 и 12 см (при этом плотность энергии, поглощенной поверхностью образца (Q), составляла 20 и 10 Дж/см<sup>2</sup> за импульс, соответственно).

Проведенные исследования показали, что при обработке образца стали одним импульсом с  $Q=10$  Дж/см<sup>2</sup>, толщина оксидного слоя уменьшается с 27 до 22 мкм. В данном случае возможным механизмом удаления оксидного слоя может служить испарение. Увеличение количества импульсов до трех не приводит к полному удалению окалина (остаются локальные участки оксида толщиной ~3 мкм.), также наблюдается оплавленный слой стали толщиной ~ 5 мкм и зона термического влияния толщиной ~ 17 мкм.

Так как обработка образцов стали 3 при  $Q = 10$  Дж/см<sup>2</sup> не приводит к полному удалению оксидных слоев, поэтому был использован режим обработки с большей плотностью энергии ( $Q = 20$  Дж/см<sup>2</sup>). Данные растровой электронной микроскопии показали, что обработка одним импульсом при  $Q = 20$  Дж/см<sup>2</sup> приводит к растрескиванию оксидного слоя и к его частичному испарению (толщина уменьшается до 18 мкм.). Возможный механизм удаления оксидного слоя в данном случае – растрескивание за счет разных значений линейных коэффициентов теплового расширения оксидов. Увеличение количества импульсов воздействия приводит к полному удалению оксидного слоя. После трех импульсов обработки происходит оплавление поверхностного слоя стали толщиной 6÷26 мкм. Поверхностный слой, формируемый в условиях сверхбыстрого охлаждения, обладает субмикронной дисперсной структурой, улучшающей физико-механические свойства [1].

Таким образом, КПП, генерируемые газоразрядным магнитоплазменным компрессором, могут применяться не только для эффективной очистки поверхности железа и сталей от оксидных слоев, но и дают возможность дополнительной модификации поверхностного слоя.

### Литература

1. Углов В.В., Анищик В.М., Асташинский В.М., Свеишников Ю.В., Румянцева И.Н., Аскерко В.В., Кузьмицкий А.М. Модификация структуры и свойств поверхностных слоев углеродистых сталей при воздействии компрессионного плазменного потока // Физика и химия обработки материалов. 2002. № 3. С. 23–28.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ

О.Л. СТАРОВОЙТОВА, С.А. БОЙКО, Ю.А. ГУРВИЧ

In this article there is information about computer engineering projecting of one-joint and two-joint cardan shafts different types

Ключевые слова: углы карданной передачи, угловое ускорение, компьютерное проектирование, дополнительный знакопеременный момент

В литературе отсутствует знание углового ускорения выходного вала различных конструкций карданных передач, что не позволяет на стадии проектирования машины определить все силы и моменты, действующие на трансмиссии транспортных средств.