

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Леухин С.А.¹, Шмидберский П.А.¹

¹) АО НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» (АО «НИИЭФА»), г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: a.l.serg@mail.ru

USE OF BEAM-PLASMA TECHNOLOGIES TO INCREASE THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF OIL AND GAS EQUIPMENT PARTS

Leukhin S.A.¹, Schmidbersky P.A.¹

¹) Efremov Scientific Research Institute of Electrophysical Apparatus (NIEFA Efremov), St. Petersburg, Russia

The article considers the main technologies for improving the functional properties of oil and gas equipment. The advantages of beam-plasma technologies are highlighted. The temperature fields in the samples under the action of a pulsed electron beam are calculated.

В качестве основных целей выдвигаемых при использовании пучково-плазменных технологий для повышения функциональных свойств изделий в современном машиностроении, наиболее часто выступают повышение коррозионной стойкости и износостойкости, что особенно важно для энергонагруженных деталей и узлов нефтегазопромыслового оборудования, инструмента и труб, эксплуатируемых в экстремальных условиях большинства месторождений нефти и газа Западной Сибири.

Среди методов нанесения коррозионностойких и износостойких покрытий на материалы, наибольшее распространение получили газотермическое напыление и наплавка защитного слоя при давлениях порядка атмосферного, а также ионно-плазменные методы при пониженных давлениях (вакуумно-дуговое и магнетронное напыление). Однако, при их использовании, основной проблемой является зона контакта материала покрытия с поверхностью изделия [1].

Альтернативным способом повышения эксплуатационных свойств рабочей поверхности деталей нефтегазового оборудования, могут быть технологии, направленные на изменения структуры и химического состава приповерхностного слоя. К таким технологиям можно отнести технологии ионного легирования и формирование защитного слоя пучками различных ионов, а также модификацию поверхностных свойств деталей мощными импульсными электронными пучками.

Основным преимуществом технологии ионного легирования является возможность введения строго заданного количества любого элемента в приповерхностный слой металлов, получая уникальные характеристики по коррозионной и износостойкости. Такая технология позволяет создавать в приповерхностном

слое сплавы с определенными свойствами на глубины 0,1-2 мкм, а также формировать на поверхности пучками ионов защитный слой заданной толщины и состава, используя легируемый слой как переходный. Создаваемый защитный слой, обладая высокой механической прочностью, является единым целым с основным материалом обрабатываемого изделия [2].

Обработка мощными импульсными электронными пучками материалов приводит к формированию нано-структурированных поверхностных слоев с повышенной износостойкостью, коррозионной стойкостью и динамической прочностью. При воздействии мощного импульсного электронного пучка на материал его слой глубиной порядка пробега частиц в данном материале может быть нагрет очень быстро до температур фазовых переходов (плавление, испарение, аустенитное превращение и т.д.). После окончания импульса пучка происходит быстрое охлаждение обработанного слоя за счет теплопроводности в глубь материала. Скорость нагрева может достигать 108-1011 град/сек, максимальная скорость охлаждения (107-109 град/сек). Для описания теплового источника рассматривалось пространственно-энергетическое распределение пучка электронов в веществе моделированием большого числа траекторий электронов в материале и выполнен расчет температурных полей в образцах под действием импульсного электронного пучка.

1. Р.Н. Плоmodityанов, А.А. Шмидберская, С.С. Штоколов, В.Н. Сызранцев, К.И. Ткаченко Сравнительный анализ технологий модификации поверхности деталей нефтегазового оборудования // Наука и техника, 2, 35-40 (2018).
2. А.А. Шмидберская, П.А. Шмидберский, А.А. Кислицын Использование пучков тяжелых ионов для обработки поверхности твердых тел // Теплофизика, гидродинамика, теплотехника: Сб. статей. Тюмень: ТюмГУ, 2008. Вып.4. С. 116–122.