

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЛОЕВ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

И. А. Панкратов, И. Н. Степанкин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Введение

Современные технологии позволяют получать различные по своим функциональным возможностям упрочненные слои, на их характеристики оказывает влияние метод и технология их синтеза. Одинаковые слои, полученные различными способами, могут отличаться между собой по свойствам. Их определение по критерию контроля функциональной пригодности упрочненной детали является актуальной задачей ресурсного проектирования машин. Наиболее прогрессивными способами оценки характеристик тонких слоев являются методы определения динамической микротвердости с записью кривой «нагрузка–глубина внедрения» [1] и наноиндентирование [2]. Современные подходы функционального упрочнения деталей машин диктуют необходимость значительного расширения свойств рабочих поверхностей деталей с целью их адаптации к конкретным условиям эксплуатации. Поэтому важной практической задачей является разработка неразрушающих методик определения свойств модифицированных слоев с использованием атомно-силовой микроскопии.

Материалы и методы исследования. Для определения модуля упругости покрытий использовали наноизмерительный комплекс (атомно-силовой микроскоп) NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь). В качестве объекта исследований выбраны стали ледебуритного класса (X12M и P6M5) с диффузионным упрочнением поверхности.

Диффузионное упрочнение поверхности проводили посредством борирования в порошковой среде.

Для оценки модуля упругости регистрировали скачкообразное изменение фазы колебаний пьезоактюатора. Методика основана на закономерности, в соответствии с которой изменение фаз кантилевера пропорционально различию упругих характеристик исследуемых материалов [3]. Модуль упругости определяли на модифицированных слоях TiN и FeV, нанесенных на образцы из сталей X12M и P6M5.

Выводы

Применение изложенной выше методики позволило определить значение модуля упругости покрытий. Существенное влияние на результаты оценки модуля упругости оказывает частота колебания пьезоактюатора и его жесткость. Экспериментальные данные, полученные на различных зондах при варьировании опорной частоты кантилевера, показали, что Модуль Юнга покрытия на основе TiN составил порядка 600 ГПа, модуль упругости покрытия на основе FeV – 550 ГПа, что совпадает со справочными данными и показывает достоверность предложенного метода.

Показана возможность определения модуля упругости тонких поверхностных слоев путем сравнительной оценки результатов атомно-силового анализа материала.

50 Секция Б. Материаловедение и технология обработки материалов

Л и т е р а т у р а

1. Булычев, С. И. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора / С. И. Булычев, С. И. Алехин. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.
2. Fischer-Cripps, A. C. Nanoindentation, 2nd Ed. – New York, Springer-Verlag, 2004. – 264 p.
3. Чижик, С. А. Трибомеханика прецизионного контакта (сканирующий зондовый анализ и компьютерное моделирование) : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / С. А. Чижик. – Гомель, 1998.