

УДК 621.7.043:621.785

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК
БОРИДНЫХ СЛОЕВ ШТАМПОВОЙ СТАЛИ X12M ПОСРЕДСТВОМ
АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

И. А. ПАНКРАТОВ

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Отличительной чертой современного уровня развития машиностроительного комплекса является высокоточное производство, применение прогрессивных и ресурсосберегающих технологий. В таких условиях важной задачей является в режиме реального времени качественно и количественно определять характеристики получаемого материала, выдавать заключение о свойствах материалов.

Одним из эффективных способов повышения эксплуатационных характеристик штамповой оснастки является диффузионное модифицирование поверхностного (рабочего) слоя оснастки.

При таких условиях производства востребованной становится разработка методик определения модуля упругости модифицированных слоев, как критерия работоспособности оснастки с использованием атомно-силовой микроскопии. Так как она позволяет быстро и качественно проводить анализ характеристик модифицированных слоев.

В данной работе для оценки упругих характеристик модифицированных слоев штамповой стали X12M был использован метод атомно-силовой микроскопии. Модуль упругости искомого слоя определяется из сопоставительного анализа фазового контраста материалов пластин и слоев при атомно-силовом сканировании поперечного микрошлифа образца.

Результаты представляются в виде гистограмм, отражающих зависимость изменения фазы колебаний зонда от опорной частоты колебаний кантилевера (рис. 1).

Из предположения видно, что упругие характеристики, определяемые в динамическом режиме работы зонда находятся в линейной зависимости от изменения фазы колебания кантилевера строится сопоставительная гистограмма (рис. 2). Линейная интерполяция между значениями, отражающими сдвиг фазы колебания при сканировании всех исследуемых слоев позволяет определить модуль упругости искомого материала.



Рис. 1. Зависимость модулей упругости слоев и подложки от опорной частоты и фазы

Практическая апробация методики, проведенная на образце, из стали X12M, с нанесенными на сопрягаемые поверхности упрочненными слоями FeV и TiN показала, что модуль упругости FeV составил порядка 400 ГПа.



Рис. 2. Сопоставительная гистограмма

В качестве известных характеристик принимали модуль упругости TiN – 420 ГПа и модуль упругости стали X12 – 210 ГПа [1, 2]. Определенное значение FeV совпадает со справочными данными и подтверждает достоверность результатов, полученных с использованием данного способа. Полученные результаты согласовываются с методикой, основанной на статическом индентировании испытуемой поверхности кантилевером предложенной в работе [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Степанкин, И. Н.** К вопросу определения механических свойств модифицированных слоев с помощью атомно-силовой микроскопии / И. Н. Степанкин, И. А. Панкратов, В. С. Максачев // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф.* – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2013. – С. 61–62.
2. **Панкратов, И. А.** К вопросу определения упругих характеристик карбидных слоев штамповой стали X12 посредством атомно-силовой микроскопии / И. А. Панкратов, К. В. Гавриловец // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф.* – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2015. – С. 43–45.
3. **Цуан, Я.** Наноиндентирование тонких титаносодержащих углеродных покрытий методом атомно-силовой микроскопии / Я. Цуан, С. А. Чижик // *Трение и износ.* – 2005. – Т. 26. – С. 385–390.