

УДК 539.211:544.015: 538.93:538.95

DOI: 10.17223/00213411/64/6/84

Ю.Р. КОЛОБОВ¹, С.С. МАНОХИН¹, А.Я. КОЛПАКОВ², А.И. ПОПЛАВСКИЙ^{2,3}, М.Н. ЯПРЫНЦЕВ²,
Г.В. ОДИНЦОВА⁴, В.И. БЕТЕХТИН⁵, А.Г. КАДОМЦЕВ⁵, М.В. НАРЫКОВА⁵

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА И ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ *

Методами спектроскопии комбинационного рассеяния света (метод Рамана), оптической металлографии и растровой электронной микроскопии в комплексе с измерением трибологических характеристик исследованы особенности формирования микрорельефа, изменения структурно-фазового состояния при обработке лазерными импульсами наносекундной длительности. Рассмотрено влияние такой обработки на трибологические характеристики углеродных покрытий на поверхности стали марки 10X18H10T, полученных методом импульсного вакуумно-дугового распыления, в том числе с последующим лазерным облучением импульсами наносекундной длительности.

Ключевые слова: твердые аморфные углеродные пленки, наносекундная лазерная модификация, трение и износ.

Введение

Формирование углеродных покрытий с возможностью контроля параметров структуры, рельефа и фазового состава вызывает большой интерес в связи с возможностью улучшения физико-механических свойств, повышения коррозионной и износостойкости, а также биологических и других свойств различных материалов [1, 2]. Такие покрытия широко используются в качестве защитной пленки поверхности жестких дисков, магнитных головок, кантилеверов для сканирующих зондовых микроскопов вследствие их высокой твердости, химической инертности и изоляционных свойств, близких к свойствам алмаза (алмазоподобные покрытия) [3].

Одним из перспективных направлений в области создания новых технологий обработки металлических материалов медицинского назначения является поверхностная модификация концентрированными потоками энергии, в частности лазерным излучением короткой и ультракороткой длительности [4]. В результате обработки приповерхностные слои материалов могут быть модифицированы на глубину, сравнимую с диаметром лазерного пучка (десятки и сотни микрометров). Развивающиеся при таком воздействии процессы, связанные с физико-химическими превращениями и изменением топографии поверхности, позволяют придавать поверхности, подповерхностным и приповерхностным слоям материалов уникальный комплекс физико-химических и механических свойств. Варьируя параметры лазерного излучения, можно контролируемым образом изменять рельеф поверхности от макро- до наноуровня, в том числе создавая и многомасштабную шероховатость. Переход от режима абляции материала к режиму ударно-волновой обработки позволяет улучшать механические характеристики приповерхностных слоев материала без существенного изменения топографии поверхности. Указанные структуры способны влиять на важные для практического использования характеристики материалов (усталостная прочность, смачиваемость, стойкость к износу и коррозии приповерхностного слоя). Анализ литературных данных показывает, что это направление исследований остается актуальным и перспективным до настоящего времени. Например, известны методы лазернойковки, благодаря которой имеется возможность, наряду с микроструктурированием поверхности (создание многомасштабной шероховатости с перспективой целенаправленного достижения экстремальных характеристик смачиваемости), достигать наноструктурирования тонких приповерхностных слоев металлических материалов [5]. К настоящему времени (по данным работ [6, 7]) возможно провести наноструктурирование металлических материалов до глубины 0.5 мм и более. Данное направление развивается в последние два десятилетия соавторами работ [8, 9].

* Данное исследование в основной части, посвященной изучению механических свойств сплавов с покрытием, поддержано РНФ № 19-12-00221 и в дополнительной части, связанной с исследованием структурно-фазового состава покрытий, тематической картой ИПХФ РАН по теме государственного задания, № государственной регистрации АААА-А19-119100800130-0. Работа выполнена с использованием научного оборудования ЦКП «Технологии и материалы НИУ «БелГУ» (г. Белгород).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>