

УДК 621.793: 621.785.53:539.621

DOI: 10.17223/00213411/62/8/52

А.В. КОЛУБАЕВ¹, А.В. БЕЛЫЙ², И.А. БУЯНОВСКИЙ³, Е.А. КОЛУБАЕВ¹,
В.А. КУКАРЕКО⁴, О.В. СИЗОВА¹, М.М. ХРУЦОВ³

СТРУКТУРА И МЕХАНИЗМЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ *

Рассмотрено современное состояние проблемы выбора методов поверхностного упрочнения металлических материалов, направленных на обеспечение высоких трибологических свойств. Проанализированы способы модифицирования поверхности металлов и получения износостойких покрытий. Приведены сведения о структуре покрытий, полученных методами ионно-лучевого легирования, химико-термической обработки, осаждения покрытий из паровой и газовой фазы PVD- и CVD-методами. Представлены данные об особенностях изнашивания модифицированных слоев, полученных различными методами, в условиях сухого и граничного трения.

Ключевые слова: разрушение, деформирование, трение, изнашивание, износостойкие покрытия, ионно-лучевое легирование, химико-термическая обработка, микроструктура.

Введение

Известно, что функциональные свойства конструкционных материалов в значительной степени контролируются фазовым составом, атомно-кристаллической и микроструктурой, которые, в свою очередь, определяются особенностями используемой при их получения технологии. При этом удается получать в сильно неравновесном состоянии сплавы и композитные структуры с широким спектром механических характеристик. В то же время вопрос о роли поверхности в поведении материалов в условиях высоких контактных нагрузок и трения имеет значительный научный и практический интерес. Поскольку трибологические системы являются термодинамически открытыми, необходимо учитывать не только механику контактного взаимодействия, но и процессы переноса вещества в зоне фрикционного контакта, химические и механохимические реакции, а также возможность взаимодействия с окружающей атмосферой, смазочными жидкостями и т.д. [1]. Кроме того, существование в процессе изнашивания критических явлений, обусловленных схватыванием поверхностей, температурными всплесками в микроконтактах, приводит к снижению ресурса работы трибосопряжений. Это, а также многочисленные исследования кинетики изнашивания функциональных материалов требуют использования различных методов защиты поверхностей от разрушения [1, 2]. Отсюда основной задачей повышения надежности и долговечности деталей, работающих в условиях трения и износа, является формирование микроструктуры поверхности контакта, обеспечивающей защиту поверхностного слоя от катастрофических разрушений. Упрочнение или модифицирование поверхностного слоя позволяет предотвратить процесс зарождения деформационных дефектов в материалах и, как следствие, повысить их прочностные и триботехнические свойства [2, 3].

Как правило, повышение срока службы деталей машин, работающих в условиях трения и износа, достигается путем нанесения на их рабочую поверхность защитных покрытий [3–9]. В данном случае удается совместить необходимую износостойкость с конструктивной прочностью материала. Существующее многообразие методов поверхностного упрочнения деталей машин и механизмов обусловлено спецификой их работы: сухим трением, трением в агрессивной среде, контактом с абразивом и т.д. Назначение упрочняющих технологий должно удовлетворять двум основным требованиям: минимизации нормального механохимического износа и расширению диапазона стационарного трения путем защиты поверхности от недопустимых явлений повреждаемости [10–12]. Поскольку не всегда удастся предусмотреть характер перехода от исходного покрытия к вторичным структурам, в которых реализуется изнашивание, идут по пути получения первичных структур с высокостабильными свойствами, мало изменяющимися в сложных и неблагоприятных условиях нагружения. В качестве таких поверхностных структур применяются покрытия на основе карбидов, нитридов, боридов и оксидов металлов [13–17], а также некоторые высокопрочные металлы, например хром, молибден или вольфрам [18, 19]. Способы получения твер-

* Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., направление III.23.

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>