

В отчете представлены результаты исследований, выполненных по этапу 2 «Исследование промышленных металлических материалов триботехнического назначения методом синхротронной микродифрактометрии» Соглашения № 14.586.21.0026 от 06.05.2016 г. по теме «In-situ исследование быстропротекающих структурных превращений в металлических сплавах в процессе трения с использованием синхротронной микродифрактометрии» (шифр заявки «2016-14-588-0003-019»), федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

Объектом исследования в работе являются поверхностные слои материалов, сформированные в условиях сухого трения скольжения.

Цель работы заключается в изучении структурного состояния металлических сплавов непосредственно в процессе изнашивания с использованием микродифрактометрии синхротронного излучения с высоким временным разрешением.

Основными методами исследований, использованными при выполнении 2 этапа Соглашения, являлись исследования структуры с использованием синхротронной микродифрактометрии, атомносиловая микроскопия, оптическая интерферометрия, просвечивающая электронная микроскопия.

Анализируя полученные на втором этапе работ по проекту результаты можно сделать вывод о том, что разработан новый подход к проблеме исследования структурных преобразований, происходящих в поверхностных слоях металлических материалов в процессе трения скольжения. Используемый в работе метод на основе анализа картин рентгеновской дифракции, полученных с использованием синхротронного излучения, относящийся к группе неразрушающих, позволяет фиксировать картины дифракции как с неподвижных, так и с движущихся образцов.

Последующие структурные исследования, проведенные с использованием метода просвечивающей электронной микроскопии, а также результаты исследования поверхности образцов после трения с использованием методов атомносиловой микроскопии и оптической интерферометрии подтвердили полученные данные.

В рамках работ по второму этапу Соглашения получены следующие результаты:

Изготовлены экспериментальные образцы для проведения in-situ исследований материалов триботехнического назначения.

Проведены экспериментальные исследования структуры поверхностных слоев образцов из сплавов на основе алюминия и железа, зафиксированные методом in-situ синхротронной микродифрактометрии.

Исследованы поверхности изнашивания образцов из сплавов на основе меди, алюминия и железа методами атомносиловой микроскопии и оптической интерферометрии.

Проведены трансмиссионные электронномикроскопические исследования поверхностных слоев сплавов на основе меди, алюминия и железа, сформированных в приповерхностных слоях в условиях сухого трения скольжения.

Обоснован и разработан механизм изменения структуры на стадиях приработки элементов пары трения, стабильного изнашивания и снятия нагрузки.

Сделаны обобщения и выводы по результатам исследований.

Сделаны предложения и рекомендаций по реализации (коммерциализации) результатов исследований, вовлечению их в хозяйственный оборот.

Предоставлен отчет об участии в выставках, направленного на популяризацию работ.

По результатам исследований опубликовано 3 статьи в журналах, индексируемых в базе данных Scopus:

1. Butorin D.E., Burov V.G., Burov S.V., Tolochko B.P., Bataev I.A. Analysis of structural transformations occurring in surface layers of D16 alloy samples during sliding friction // Russian Physics Journal. Vol. 60. №. 5. P. 817-820.

2. Burov V., Bataev I., Smirnov A. In-situ study of structural evolution of tribological materials using synchrotron radiation // MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 129. № 02024.

3. Bataev A., Burov V., Nikulina A., Bataev I., Lazurenko D., Popelukh A., Ivanov D. A novel device for quasi in-situ studies of materials microstructure during friction // Materials Performance and Characterization. 2017. 12 p.

Коммерциализация полученных результатов возможна в направлении разработки новых материалов триботехнического назначения. Одно из направлений - использование полученных при выполнении проекта результатов для повышения эксплуатационных характеристик материалов, входящих в пары трения, таких как износостойкость и долговечность.

Полученные результаты соответствуют мировому уровню.

Все задачи, поставленные на втором этапе работ, выполнены в полном объеме.