

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Эмурлаева Кемала Исметовича

«Применение дифракции синхротронного рентгеновского излучения для анализа эволюции структуры углеродистых и легированных сталей в условиях сухого трения скольжения»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

В настоящее время для повышения долговечности узлов трения в область их сопряжения вводят смазывающие вещества, однако они не всегда полностью устраняют проблему изнашивания, поскольку в ходе эксплуатации могут возникнуть условия, при которых механизм будет работать в условиях граничной смазки или даже сухого трения. По этой причине понимание процессов структурных преобразований, происходящих непосредственно в ходе трения, является чрезвычайно важным, так как сухое трение является неизбежным и даже желательным явлением для многих механизмов, например, для систем торможения или при изготовлении проката.

Абсолютное большинство работ, посвященных изучению структурных преобразований в материалах в процессе трения, основано на исследованиях, выполненных после завершения эксперимента. При реализации такого подхода весьма проблематично оценить характер изменений, соответствующих всем этапам, предшествующим достижению конечного состояния материала, поскольку проведение «дискретных» исследований в различные моменты изнашивания представляет собой трудоемкий процесс. В последние десятилетия в связи с появлением специализированных источников синхротронного излучения активно развиваются методы наблюдения за структурой материалов, формирующейся непосредственно в процессе внешнего воздействия. *In situ* и *operando* подходы к изучению структурно-фазовых преобразований с использованием синхротронного излучения являются одними из передовых направлений исследований, проводимых в настоящее время материаловедами. По этой причине диссертационное исследование Эмурлаева К.И., посвященное анализу эволюции структурно-фазовых превращений, происходящих в сталях 45, 40X и 12X18H10T при сухом трении скольжения, с использованием синхротронного рентгеновского излучения является несомненно актуальным и практически востребованным.

Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием экспериментальных методов исследования на современном оборудовании. Автором работы спроектирована и изготовлена машина трения, предназначенная для проведения *operando*-исследований структуры материалов с использованием метода синхротронной дифрактометрии. Он владеет современными методами исследования структуры металлических материалов (световая и растровая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ с использованием самостоятельно разработанных компьютерных алгоритмов).

Наиболее значимыми в научном и практическом приложениях, на наш взгляд, являются следующие полученные результаты:

1. Разработка и реализация *operando* контроля структурно-фазовых преобразований, развивающихся при фрикционном нагружении сталей с феррито-перлитной структурой (сталь 45), мартенситной структурой (сталь 40X) и аустенитной

- структурой (сталь 12X18H10T) в условиях сухого трения скольжения.
2. Независимо от исходной структуры сталей (феррито-перлитной, аустенитной или мартенситной), их взаимодействие с контртелом на начальном этапе трения сопровождается процессами насыщения поверхностных слоев дефектами кристаллического строения. Скорость достижения предельной концентрации дефектов определяется механизмами преобразования структуры сплавов в процессе трения.
 3. Фрикционное взаимодействие анализируемых в работе пар типа «сталь – твердый сплав» приводит к формированию механически перемешанных слоев, состоящих из основного материала, продуктов износа контртела и оксидов. Механизм формирования механически перемешанных слоев на рабочих поверхностях сталей в «жестких» условиях трения скольжения основан на процессах пластического течения, фазовых превращениях, разворотах мезообъемов, фрагментации сильнодеформированного материала и окисления поверхности трения.
 4. Развиваемый в работе подход к решению задач, связанных с *operando* контролем изменений структуры в процессах трения скольжения, перспективен для диагностики и прогнозирования надежности различных материалов в условиях фрикционного нагружения.

Материал диссертации широко опубликован: 11 публикаций, из них 3 статьи в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК и 8 статей в журналах, входящих в базы цитирования *Scopus* и *Web of Science*. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

По работе имеется ряд **замечаний**.

1. В 3-м пункте научной новизны было бы более изящно использовать следующую формулировку «... в процессе фрикционного взаимодействия в аустенитной хромоникелевой стали 12X18H10T...». Там же, более удачно говорить не о различных этапах сухого трения скольжения, а о характерных стадиях процесса трибонагружения.

2. В работе на основании данных анализа изменения параметров синхротронного излучения делаются количественные оценки доли винтовых дислокаций. Однако должного обоснования степени применимости и точности количественных измерений подобных линейных дефектов данным методом, особенно в условиях трибонагружения, в автореферате не приведено.

3. В разделе Заключение одновременно перечислены как выполненные исследования, так и сформулированные научные выводы. По нашему мнению, отдельное изложение улучшило бы их восприятие и позволило более концентрированно выделить наиболее значимые в научном плане выводы и обобщения.

Указанные замечания носят частный характер и не отражаются на сути основных выводов и защищаемых положений.

В целом в автореферате показана актуальность диссертационной работы, степень разработанности темы, цель и задачи работы, научная новизна, практическая значимость работы, связь работы с государственными программами и НИР, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, достоверность результатов, отмечены публикации по работе, структура и объем диссертации.

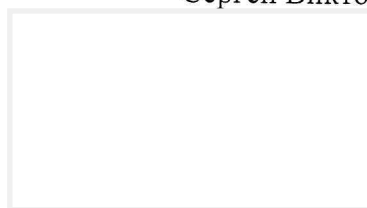
Судя по автореферату, по своей актуальности, объему полученных экспериментальных данных, новизне результатов и степени их анализа, диссертация Эмурлаева К.И. полностью соответствует научной специальности 2.6.17 –

Материаловедение в части пунктов 2, 5, 6, 8, 9 и удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор Эмурлаев Кемал Исметович заслуживает присвоения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

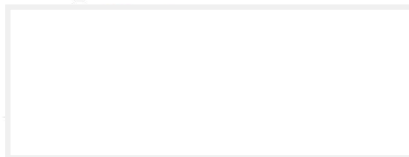
Настоящим даем свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Эмурлаева Кемала Исметовича.

Заведующий лабораторией механики
полимерных композиционных материалов
доктор технических наук (1.1.8 – Механика
деформируемого твердого тела), профессор,
профессор РАН
Старший научный сотрудник
лаборатории механики полимерных
композиционных материалов
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
(специальность 01.04.07 – физика
конденсированного состояния)

Сергей Викторович Панин

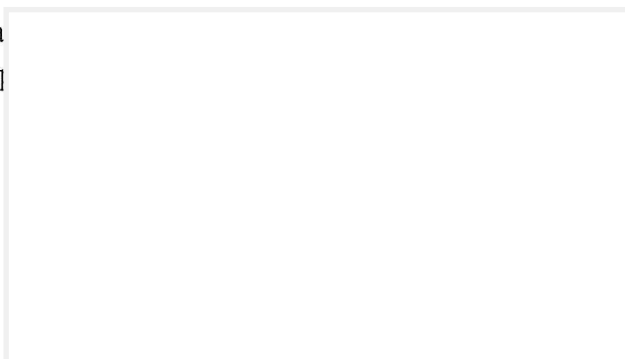


Корниенко Людмила Александровна



Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики прочности
и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук
г. Томск, проспект Академический 2/4, 634055
Тел. +7 (3822) 286-904
E-mail: svp@ispms.ru, rosmc@ispms.ru

Подписи Па
Ученый сект
к.ф.-м.н.



Матольгина Н.Ю.

02.12.2022

Принято в целом
12.12.2022 