

ОТЗЫВ

официального оппонента д-ра техн. наук, профессора
Асланян Ирины Рудиковны
на диссертацию Подрабинника Павла Анатольевича
«Исследование вторичных структур на поверхности трения сложнолегированных
алюминиевых сплавов и их влияния на трибологические свойства»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах

1. Актуальность выбранной темы

Общей мировой тенденцией в области транспорта и машиностроения является увеличение мощностей двигателей различных типов и повышение скорости. В этой связи значительно возрастает проблема преодоления сил трения и минимизации его негативного воздействия. Решение этой проблемы заключается в том числе в совершенствовании применяемых подшипников скольжения, свойства которых являются основным сдерживающим фактором в развитии техники. Для достижения поставленной цели необходимо использование новых подходов к разработке материалов, учитывающих изменения, происходящие на поверхности трения в процессе эксплуатации. Перспективным направлением в этой области является применение самоорганизующихся структур на поверхности, снижающих интенсивность изнашивания материала. Для более широкого внедрения этого подхода диссертантом поставлена цель получить новые знания о процессах, происходящих при генерации вторичных структур на поверхности трения, оценить их влияние. Кроме того, параллельно решается задача перехода с бронзовых монометаллических подшипников на легированные алюминиевые сплавы. Новые сложнолегированные материалы будут не только превосходить бронзы по антифрикционным характеристикам, но и будут до трех раз дешевле в изготовлении. Таким образом, выводы и результаты, полученные в ходе реализации работы, позволят повысить качество трибосистем, в связи с чем работа диссертанта является актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций соискателем достигается корректным выбором теоретических подходов к изучению процесса трения, включающие молекулярно-механическую теорию трения и теорию самоорганизации. Благодаря этому были выделены ключевые процессы, происходящие на поверхности алюминиевых сплавов при трении, способствующих снижению изнашивания.

Достоверность результатов обусловлена обоснованной методикой проведения экспериментальных исследований на машине трения СМЦ-2, работающей по кинематической схеме «вал-колодка» и наиболее близким образом имитирующая реальное трибосопряжение «подшипник скольжения-вал». Примененные методы анализа поверхности трения, такие как сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионный анализ, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновский фазовый анализ, микротвердость, обеспечили достаточный массив данных для получения результатов с удовлетворительной точностью, на основе которых были сделаны выводы по работе.

Дополнительным подтверждением обоснованности рекомендаций и выводов, сделанных по итогам исследований, являются результаты успешных стендовых испытаний опытных образцов, изготовленных на основе полученных данных в ходе выполнения работы соискателем. Кроме того, основные положения диссертационной работы прошли апробацию на семи международных научно-практических конференциях.

3. Научная новизна работы

Научная новизна работы заключается в применении автором новой методики при разработке антифрикционных алюминиевых сплавов. Ключевым ее отличием является принятие процесса приработки трущегося объекта за финишную операцию изготовления подшипника, определяющую его итоговые антифрикционные свойства. В этой связи разработка алюминиевых сплавов с повышенной склонностью к самоорганизации велась исходя из результатов исследования вторичных структур на поверхности трения опытных материалов. Также к значимым научным результатам можно отнести:

- выявленный эффект выделения и перераспределения элементов в сплавах при трении, в частности магния и цинка, что является незапланированным процессом;
- доказанное усиление химической активности элементов при трении, инициирующей протекание реакций в условиях, отличных от равновесных, что увеличивает возможности для создания вторичных структур;
- экспериментально описано влияние легирующих элементов в новых алюминиевых сплавах.

Данные результаты необходимо учитывать при разработке новых антифрикционных материалов.

4. Значение полученных результатов, выводов и рекомендаций для науки и производства

Выполненные в диссертации теоретические и экспериментальные исследования позволили не только получить новые знания о формировании

вторичных структур, но и отработать методику получения новых антифрикционных сплавов с заданными трибологическими свойствами, а именно:

- обоснована возможность замены применяемых при изготовлении монометаллических подшипников скольжения бронз более дешевыми многокомпонентными алюминиевыми сплавами с повышенными трибологическими свойствами;

- достигнута повышения задиростойкости и снижения интенсивности изнашивания многокомпонентного алюминиевого сплава за счет образования вторичных структур и протекания, в том числе, несамопроизвольных трибохимических реакций;

- разработаны новые антифрикционные алюминиевые сплавы с пониженным содержанием олова для монометаллических подшипников скольжения.

Полученные автором результаты исследований антифрикционных сплавов прошли стендовые испытания в составе серийного турбокомпрессора ТК33Н-02. В результате успешных испытаний подшипники были рекомендованы для проведения ресурсных испытаний.

5. Рекомендации и перспективы дальнейших исследований по данной работе

На основе выполненных исследований автором убедительно показана перспектива дальнейших исследований:

- Развитие применённого нового способа разработки и оптимизации антифрикционных материалов на основе алюминия за счет влияния на процессы формирования вторичных структур для более широкого его применения в промышленности.

- Целью дальнейших исследований в области повышения трибологических характеристик сплавов за счет образования вторичных структур является получение новых знаний о синергетическом влиянии легирующих элементов на свойства, а также совершенствование существующих пар трения на основе достигнутых результатов.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В работе все внимание уделено исследованию только одного объекта трибосистемы – подшипника. Таким образом, сложно оценить влияние других объектов на полученные трибологические свойства. Следовало также провести исследования стального контртела и смазки для оценки влияния процессов, которые в них происходят, на трибологические свойства трибосистемы.

2. Температура является важным аспектом, влияющим на протекание процессов на поверхности трения и образование вторичных структур. Однако в работе уделено недостаточно внимания оценке температуры в зоне трения,

ограничившись лишь исследованием пирометром температуры на стальном ролике, что, в сущности, отражает лишь температуру смазки.

3. Трибологические свойства алюминиевых сплавов автор связывает с формированием вторичных структур, элементный состав которых был получен методом энергодисперсионного анализа. Описывается роль содержания каждого элемента на полученные свойства. Однако известно, что методом энергодисперсионного анализа сложно провести достаточно точный количественный анализ легких элементов, таких как углерод. Также не приведены интервалы измеренных значений содержания элементов.

4. Автором показано, что при трении происходят несамопроизвольные трибохимические процессы выделения и перераспределения магния и цинка, что снижает интенсивность изнашивания сплавов. Следовало бы также оценить количественное влияние этого процесса на уменьшение износа.

7. Заключение

Отмеченные замечания не снижают ценности диссертации. Результаты исследований представляют собой комплекс новых знаний, которые необходимы для совершенствования узлов трения, разработки подходов к созданию новых антифрикционных материалов. Апробация работы осуществлена на семи конференциях различного уровня. Содержание диссертации достаточно полно отражено в автореферате и в опубликованных работах.

Основные результаты диссертации Подрабинника П.А. опубликованы в 3 статьях в научных изданиях, рекомендованных ВАК, 9 – в изданиях, включенных в базы данных цитирования Scopus и Web of Science, 4 публикации в других научных изданиях, получено 3 патента РФ на изобретения. При использовании материалов и отдельных результатов в работе имеются соответствующие ссылки на авторов и источники. Основные положения работы прошли апробацию на конференциях различного уровня.

Диссертационная работа соответствует научной специальности 2.5.3 – «Трение и износ в машинах».

Диссертация Подрабинника Павла Анатольевича «Исследование вторичных структур на поверхности трения сложнолегированных алюминиевых сплавов и их влияния на трибологические свойства» выполнена самостоятельно на высоком научном уровне. Работа соответствует установленным требованиям к оформлению и структуре диссертации.

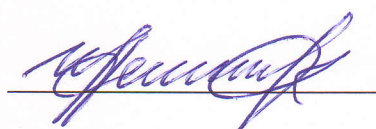
Диссертация представляет собой завершенную научную квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения в области повышения антифрикционных свойств алюминиевых сплавов с повышенной способностью к самоорганизации и формированию вторичных

структур на поверхности трения, что востребовано в железнодорожной и машиностроительной отрасли.

Диссертация соответствуют критериям «Положения о присуждении ученых степеней» (пп. 9-11, 13, 14), предъявляемым к кандидатским диссертациям», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 – «Трение и износ в машинах».

Официальный оппонент:

Асланян Ирина Рудиковна, профессор кафедры «Технология производства двигателей летательных аппаратов» ФГБОУ ВО МАИ,
доктор технических наук
по специальности 05.02.04 «Трение и износ в машинах»



Асланян Ирина Рудиковна

«01» декабря 2021 г.

ФГБОУ ВО «Московский авиационных институт (национальный исследовательский университет)» (ФГБОУ ВО МАИ).

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4.

Тел.: +79773988089

Эл. адрес: as-irina@rambler.ru

Подпись И.Р. Асланян удостоверяю:

зам. нач. управления по
работе с преподавателями

