

ОТЗЫВ

официального оппонента Батаева Ивана Анатольевича на диссертационную работу Скоренцева Александра Леонидовича «Разработка и исследование структуры, механических и трибологических свойств спеченных и подвергнутых равноканальному угловому прессованию композитов Al-Sn», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Актуальность темы диссертации.

Для современных машин и оборудования характерны высокие скорости вращения деталей и ударные нагрузки, что предъявляет к используемым в подшипниках материалам повышенные требования. Поэтому, разработка новых антифрикционных материалов с улучшенными трибологическими свойствами является актуальной задачей, решение которой может дать значительный экономический эффект.

Сплавы Al-Sn нашли широкое применение в качестве антифрикционных материалов в подшипниках скольжения благодаря их хорошей прирабатываемости, высокой теплопроводности, коррозионной стойкости, усталостной прочности. Давление схватывания таких сплавов повышается при увеличении содержания в них олова, выполняющего функцию твёрдой смазки, но максимальная его концентрация в промышленных сплавах не превышает 20 вес.% из-за соображений сохранения несущей способности материала.

В связи с этим, задача, посвященная разработке и исследованию новых спеченных композитов системы Al-Sn с повышенным содержанием Sn и улучшенными трибологическими свойствами, является актуальной.

Анализ содержания диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов и выводов. Текст диссертации изложен на 155 страницах, включая список литературы из 128 наименований, два приложения, 48 рисунков и 18 таблиц.

Во введении дается краткое обоснование актуальности выбранной темы исследования, показана степень ее разработанности, определена цель исследований и задачи, сформулирована научная новизна и ценность работы, показана ее практическая значимость и связь с проектами и грантами, описана методология и методы исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, представлена структура диссертации.

В первом разделе содержится обзор литературных данных по теме диссертации. Повышенное внимание обзора уделялось структуре и свойствам антифрикционных материалов на основе системы Al-Sn. Указаны основные их

ИФТИМ СО РАН		
«01»	09	2016 г.
вх. №	13	
индекс		

недостатки, описаны пути их устранения. В конце раздела приведена постановка задачи исследования.

Во втором разделе описаны материалы и методики эксперимента. Приведены способы получения антифрикционных материалов Al-Sn. Указаны используемые приборы и оборудование, а также приведены методы и методики их применения при экспериментальных исследованиях структуры и свойств композитов Al-Sn.

Третий и четвертый разделы диссертации содержат результаты исследований и их обсуждение.

В частности в *третьем разделе* представлены результаты изучения влияния фракционного и химического состава порошковых смесей и режимов их спекания на особенности формирующейся структуры, механические и трибологические свойства композитов Al-Sn с различным содержанием олова.

В четвертом разделе приведены результаты исследования влияния обработки методом РКУП на эволюцию микро- и макроструктуры, механические и трибологические свойства спеченных композитов Al-Sn. Показана взаимосвязь формирующейся структуры исследуемых композитов с их трибологическими свойствами. Исследован характер влияния РКУП на интенсивность изнашивания композитов Al-Sn, а также стального контртела при их фрикционном контакте.

В разделе «*Выводы*» сформулированы основные выводы, полученные в результате выполнения диссертационной работы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации подтверждается представительным объемом экспериментальных данных, высокой степенью воспроизводимости результатов экспериментов, использованием современного оборудования, статистических методов обработки экспериментальных данных, непротиворечивостью полученных результатов и их согласием с опубликованными данными других исследователей.

Результаты исследований были представлены и обсуждались на многих авторитетных отечественных и международных конференциях. Основное содержание работы изложено в 14 публикациях. Из них 6 – в зарубежных изданиях, включенных в базы данных Scopus и Web of Science, 8 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые:

1. Проведено систематическое исследование процесса жидкофазного спекания смеси Al и Sn порошков, изучено влияние их дисперсности и концентрации на структуру спечённых композитов Al-Sn, определен состав смесей и режимы их спекания, позволяющие получать материалы с непрерывной матрицей.

2. Определены механические свойства спечённых композитов Al-Sn, изучена их связь со структурой материала. Установлено, что в широком (0÷50 %) диапазоне содержания оловянной фазы прочность спечённых композитов является аддитивной величиной, определяемой по правилу идеальной смеси.

3. Исследовано влияние олова в широком концентрационном интервале его содержания на трибологические характеристики композитов Al-Sn при сухом трении и различных нагрузках. Установлен оптимальный состав МКМ Al-Sn, отвечающий максимальной их износостойкости в заданных условиях.

4. Изучена эволюция макро- и микроструктуры спеченных композитов Al-Sn при их многократном РКУП по маршрутам А и С. Установлено, что на размер формирующихся субзёрен в алюминиевой матрице влияет как величина суммарной испытанной деформации, так и плотность межфазных границ. Определена взаимосвязь структуры с механическими свойствами обработанных композитов.

5. Исследованы трибологические свойства композитов Al-Sn, обработанных методом РКУП. Показано, что сильное деформационное упрочнение алюминиевой матрицы не приводит к смене механизма изнашивания композитов при сухом трении по стали, но вызывает снижение его интенсивности с одновременным увеличением интенсивности изнашивания контртела.

Научная значимость.

Высокая научная значимость диссертационной работы обоснована тем, что установлены особенности формирования структуры композитов при жидкофазном спекании с различной интенсивностью внешнего теплового воздействия, которые вносят существенный вклад в понимание закономерностей взаимодействия алюминиевых порошков с окружающим их расплавом, позволяют прогнозировать его развитие в заданных условиях и, следовательно, эффективно управлять различными функциональными свойствами новых проектируемых материалов.

Практическая ценность результатов заключается в возможности использования полученных результатов при разработке технологии получения антифрикционных сплавов Al-Sn, обладающих связанным алюминиевым

каркасом, хорошей пластичностью и высокой несущей способностью при повышенном содержании олова, применение которых будет способствовать увеличению срока службы деталей подшипников скольжения.

Замечания по диссертационной работе:

1. При описании результатов экспериментов, касающихся влияния размера частиц порошка автор преимущественно оперирует марками порошка алюминия (например, ПА-4, ПА-3 и т.д.). Было бы гораздо удобнее, если бы вместо марок порошка в тексте диссертации использовался средний размер частиц или какая-то другая численная величина, характеризующая размер используемых порошков.

2. На странице 53, рассуждая о пустотах между порошинками, автор применяет к ним термин «междоузлия». Тем не менее, в материаловедении этот термин, как правило, относится к местам кристаллической решётки, располагающимся между её узлами.

3. В работе представлена новая интересная технология получения антифрикционных материалов системы Al-Sn. Полученные материалы демонстрируют достаточно низкий коэффициент трения, а также хороший уровень износостойкости. Тем не менее, в качестве образцов для сравнения не были использованы сплавы Al-Sn, полученные по стандартной технологии. Поэтому, сравнить полученные результаты с уже имеющимися в мире можно лишь на основании анализа литературных данных.

4. В работе не обсуждается вопрос производства реальных узлов трения с применением полученных материалов. Не понятно, планируется ли использовать технологии пайки или плакирования для нанесения этих материалов на стальные подложки, либо полученные материалы в состоянии самостоятельно выдерживать достаточный уровень нагрузок, возникающих в реальных механизмах?

5. В выводе 6 (стр. 136) автор пишет: «Рост прочности композитов прекращается после второго прессования при использовании маршрута С, но медленно продолжает нарастать при РКУП по маршруту А по причине дополнительного измельчения зеренной-субзеренной структуры алюминиевой матрицы, вызванной сближением её межфазных границ». Не понятно, о каких межфазных границах в алюминиевой матрице идёт речь.

Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию.

Соответствие содержания диссертации указанной специальности.

