

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Горно-металлургического
института Таджикистана,
док.экон.наук, профессор



Б.Н. Махмадали
« 29. » _____ 2023г

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Ходжаназарова Хайрулло Махмудхоневича на тему «Физико-химические свойства свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$ с литием, натрием и калием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Среди широко используемых материалов часто встречаются материалы, о которых у пользователей нет достаточной информации. Одним из таких материалов являются баббиты, которые представляют собой металлические сплавы на основе свинца и содержат небольшое количество легирующих элементов. Как в промышленности, так и в повседневной жизни они занимают очень важное место, их обуславливают уникальные сферы и области использования. Также, легированные свинцовые сплавы обладают высокими антифрикционными свойствами, что даёт возможность использовать их в производстве деталей и механизмов, работающих на трение и скольжение. Основное преимущество свинцовых баббитов – это невысокая стоимость, которая часто является характеризующим критерием при выборе материала для решения определенных целей.

В связи с активным развитием современной техники существует потребность в создании материалов, надёжно работающих в сложной комбинации силовых и температурных полей, при воздействии агрессивных сред и высоких давлений. Одним из эффективных путей решения этой задачи является создание конструкционных материалов, с повышенной коррозионно-стойкостью благодаря, чему эти материалы приобретают качественно новые, зачастую уникальные свойства. Следует отметить, что разработка новых конструкционных материалов является, в настоящее время, ключевым направлением развития современного материаловедения.

Баббиты на основе свинца, предназначены для изготовления антифрикционного слоя в многослойных подшипниках скольжения для двигателей внутреннего сгорания, шатунных подшипников, вкладышей, упорных подшипников и другие. Данные сплавы обладают недостаточным уровнем коррозионной стойкости в агрессивных средах, что ограничивает

области их использования. Исходя из этого исследование и разработка новых составов сплавов на основе свинцового баббита с высокой коррозионной устойчивостью и другими оптимальными эксплуатационными параметрами, являются одним из основных направлений развития электрохимических производств. В свою очередь разработка новых сплавов должно опираться на всестороннюю экспериментальную и теоритическую базу. В связи с этим диссертационная работа Ходжаназарова Х.М., посвященная данной проблеме и направленное на выполнение ряда государственных стратегий и программ, является актуальной.

Значимость полученных автором диссертации результатов

Научная значимость работы заключается в следующем:

- установлены основные закономерности изменения теплоёмкости и термодинамических функций (энтальпия, энтропия и энергия Гиббса) свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) в зависимости от количества легирующего элемента. Показано, что с ростом температуры и концентрация щелочных металлов (Li, Na, K) теплоёмкость, энтальпия, энтропия свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается;
- методом металлографии показано, что добавки лития, натрия и калия, особенно от 0,5 до 1,0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие свинцового баббита Б(PbSb15Sn10);
- стандартными методами измерения (метод Бринелля) твёрдости металлов показано, что добавки до 1,0 мас.% щелочных металлов (Li, Na, K) уменьшают твёрдость и прочности свинцового баббита Б(PbSb15Sn10);
- методом термогравиметрии показано, что с ростом температуры и содержания лития, натрия и калия в баббите Б(PbSb15Sn10) скорость его окисления незначительно увеличивается. Установлены закономерности изменения кинетических характеристик процесса окисления сплавов в твёрдом состоянии, в воздушной среде;
- методом рентгенофазового анализа определено, что при окислении исследованных сплавов образуются простые оксиды и оксиды типа шпинелей PbO, Li₂SnO₃, Pb₂Sb₂O₇; Sb₂O₃; Pb₃O₄; Sb₂O₄, (Pb₃Sb₂O_{8,47})_{6,4}; Pb₃O₄; Pb_{0,828}O₂; Sb₂O₄; Na₃SbO₃; NaSbO₃; PbSb₂O₆, Pb_{0,986}O₂, Pb₂(SnSb)O_{6,5}, Sb₂O₅, PbSb₂O₆, Pb₂SnO₄, K₄(PbO₃), K₃Sb₅O₁₄. Установлена роль легирующих элементов в формировании фазового состава продуктов окисления сплавов в механизмах в процесса их окисления;
- потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме (скорость развёртки потенциала 2мВ/с) показано, что добавки (0,01-1,0 мас.%) лития, натрия и калия на 10-15% повышают коррозионную стойкость свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Установлены закономерности изменения основных коррозионно-электрохимических характеристик (потенциалов

коррозии, питтингообразования и репассивации) сплавов от концентрации легирующих компонентов и хлорид-иона.

Практическая значимость полученных результатов. Выполненные научные исследования послужили основой для разработки состава новых материалов для изготовления антифрикционного слоя в многослойных подшипниках скольжения для двигателей внутреннего сгорания, шатунных подшипников, вкладышей, упорных подшипников и другое, которые защищены малым патентом Республики Таджикистан ТД №1327 от 22.12.2022г.. По результатам выполненных исследований получен акт внедрения от ГУП «Машиностроительный завод», экономический эффект который от использования данного изобретения составлял 12550 сомон (1147\$) в год, за счет продления срока службы агрегатов Варзобского ГЭС-а, работающего в агрессивных условиях.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечиваются системным подходом к исследованиям с привлечением современных стандартизованных экспериментально-аналитических методов испытаний, а также согласием полученных результатов исследований с литературными данными и результатами других авторов. Исследования проводились на приборах прошедших аттестацию. Полученные в рамках диссертационной работе результаты широко обсуждены и опубликованы в рецензируемых журналах, что свидетельствуют об их достоверности.

Автором диссертации опубликовано 20 научных публикации, из которых 9 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерация: «Металлы», «Металлург», «Журнал физической химии», «Вестник Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», «Вестник Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева», «Вестник Саратовский государственный технический университет», «Вестник Пермский национальный исследовательский политехнический университет», «Журнал Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением» и 10-статьи в материалах международных и республиканских конференций, а также получен малый патент Республики Таджикистан.

Все результаты, полученные автором, являются новыми, выводы сформулированы аргументированно. Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а публикации отражают основное их содержание.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и приложения, изложена на 188 страницах компьютерного набора, включает 62 рисунков, 50 таблиц, 155 библиографических наименований.

В введении изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность работы, раскрыта структура диссертации.

В первой главе проанализированы результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по теме диссертации. Описаны области применения и свойства свинцовых сплавов и их теплофизические свойства; особенности окисления и коррозионно-электрохимического поведения свинцовых сплавов в различных средах. На основе выполненного обзора отмечено, что теплофизические свойства отдельных групп сплавов хорошо изучены. Имеются сведения о влиянии температуры и легирующих металлов на их тепловые и теплофизические свойства. Однако в литературе отсутствует информация о термодинамических, кинетических и анодных характеристиках свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и калием. На основании проведенного анализа сформулированы несколько задач:

Вторая глава диссертационной работы Ходжаназарова Х.М. состоит из нескольких больших параграфов.

В п.2.1. приведены методы получения сплавов, методика проведения эксперимента и результаты исследования структурно-механических, теплофизических и термодинамических функции свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и калием, описание и подход к выбору легирующих элементов, а также технологии изготовления из них сплавов.

Влияние добавок лития, натрия и калия на микроструктуру и механические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) приведены в п.2.2. Методом металлографии показано, что добавки лития, натрия и калия, особенно от 0,5 до 1,0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Стандартными методами измерения (метод Бринелля) твёрдости металлов показано, что добавки до 1,0 мас. % щелочных металлов (Li, Na, K) уменьшают твёрдость и прочности свинцового баббита Б(PbSb15Sn10).

В п.2.3-2.5 приведены результаты исследования теплофизических и термодинамических функций свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и калием. Установлено, что с ростом температуры и от содержания легирующих элементов теплоемкость, энтальпия и энтропия баббитов увеличиваются, а значения энергии Гиббса уменьшается. При переходе от баббитов с литием к сплавам с натрием и калием, теплоемкость, энтальпия и энтропия сплавов уменьшаются, значение энергии Гиббса имеет обратную зависимость.

Третья глава работа посвящена экспериментальному исследованию кинетики окисления свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и

калием. В первом параграфе приведены принцип работы установки и методы исследования кинетики окисления и рентгенофазного анализа (РФА) продуктов окислений сплавов.

Экспериментальными исследованиями кинетики окисления свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и калием (п.3.2-3.4) установлено, что самые максимальные значения скорости окисления относятся к баббиту с калием, а минимальные к баббитам с литием. Показано, что легирующие компоненты увеличивают окисляемость исходного свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Методом рентгенофазового анализа определено, что при окислении исследованных сплавов образуются простые оксиды и оксиды типа шпинелей.

В четвертой главе диссертации приведены результаты потенциостатического исследования анодной устойчивости свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и калием.

Методика получения образцов и исследования коррозионно-электрохимических свойств приведен в п.4.1. Исследования коррозионно-электрохимических свойств сплавов проводили на потенциостате ПИ-50.1-1 в потенциостатическом методе в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с, с помощью программатора ПР-8 и самозаписи ЛКД-4. Температура раствора поддерживалась постоянно 20°C, с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный, а вспомогательным – платиновый.

В параграфах 4.2-4.4 диссертационной работы Ходжаназарова Х.М. приведены результаты исследования коррозионно-электрохимических свойств свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием и калием. Установлено что, добавки лития, натрия и калия от 0,01 до 1,0 мас.% к исходному баббиту в трех исследуемых средах NaCl сдвигают потенциалы свободной коррозии, репассивации и питтингообразования в положительную область значений и одновременно с этим повышают его коррозионную стойкость. Из значений скорости коррозии свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) следует, что добавки щелочных металлов в указанных пределах способствуют снижению скорости коррозии и плотности тока коррозии баббитов на 10-15%.

В заключении по результатам проведенных исследований автор сформулировал основные выводы по своей диссертационной работе. Выводы диссертации полностью отражают и хорошо системаизируют полученные результаты.

В приложении к диссертации представлены копии малого патента Республики Таджикистан ТД №1327, акт опытно-промышленного испытания и результаты рентгенофазового анализа продуктов окислений баббитов.

Диссертационная работа Ходжаназарова Х.М. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, основные положения, выводы

и рекомендации являются логичными и достаточно хорошо аргументированными.

К работе имеются следующие замечания:

1. В диссертации отсутствует глава, посвященная описанию экспериментальных методик, а также исследований описаны в начале каждой из глав, что приводит к дублированию, а также отсутствию ряда важной методической информации о процессе исследований;

2. В тексте диссертационной работы, не приведены соответствующие пояснения, по какой причине были выбраны используемые легирующие элементы для повышения коррозионно-стойкости свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$;

3. В тексте диссертации много повторов, часть из них можно было убрать для удобства чтения и восприятия информации. Введённое обозначение $B(PbSb15Sn10)$ можно было далее не повторять;

4. В диссертация не представлены результаты химического анализа компонентного состава баббитов;

5. Слишком кратко изложено работа о результате микроструктурного анализа и механических свойств свинцового баббита с литием, натрием и калием;

6. Коррозионные исследования были проведены в среде 3,0 % электролите $NaCl$, хотя по НД для «жесткости» испытания рекомендуется проводить в растворе синтетических солей морской воды различных составов. В этом случае результаты могут заметно отличаться от представленных.

7. Не представлены данные и расчеты по увеличению экономических затрат при изготовлении продукции с применением данного способа модифицирования свинцовых баббитов.

8. В изложенном материале имеются огромное количество грамматических ошибок (стр. 15; 28; 42; 75 и т.д.).

Сделанные замечания не снижают общие положительные оценки работы, выполненное на высоком научном уровне.

Заключение

Диссертационная работа Ходжаназарова Хайрулло Махмудхоновича на тему «Физико-химические свойства свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$ с литием, натрием и калием», по актуальности, научной новизне, практической и теоретической значимости отвечает требованиям представленное на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки), а также соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного ВАК Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Результаты, опубликованные в рецензируемых научных журналах, вполне отражают содержание работы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Работа содержит новые знания и научно-обоснованные технические решения, внедрение которых внесет существенный вклад в развитие экономики страны в сфере материалов машиностроительного и другого назначения. Автор диссертационной работы Ходжаназаров Хайрулло Махмудхонович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Отзыв обсужден и подтвержден на расширенном заседании кафедры «Общетехнических дисциплин» Горно-металлургического института Таджикистана, протокол №01 от 26.08.2023 г.

Председатель, к.т.н., и.о. доцента, заведующей
кафедрой «Общетехнических дисциплин»

Горно-металлургического института Таджикистана

Вохидов А.А.

Эксперт, к.т.н., и.о. доцента кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Горно-металлургического института Таджикистана

Осими Окил

Учёный секретар: к.т.н., заведующей
кафедрой «Металлургия»

Горно-металлургического института Таджикистана

Кодиров А.А.

Адрес: Республика Таджикистан,
735730, г. Бустон, ул. А. Баротова, 6, Горно-металлургический
институт Таджикистана
Тел.: (+992-37) 224-13-83,
E-mail: gmit_tajikistan@mail.ru, web: www.gmit.tj

Подлинность подписей к.т.н., и.о. доцента
А.А. Вохидова, к.т.н., и.о. доцента Осими Окила и к.т.н. А.А. Кодирова,

заверяю: Начальник УК и СД
Горно-металлургического
института Таджикистана



Сулейманова Н.А.