

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ТГУ им. Ж.А. Осими
д.э.н., профессор Давлатзода К.К.



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Джумъавой Мавджуды Бердиевны «Физико-механические и химические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием»**, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Актуальность темы диссертации

В наше время свинцовые сплавы нашли заслуженное место в машиностроении благодаря своим положительным характеристикам. Они служат основой для создания надёжных подшипников, которые выдерживают большие нагрузки и работают в экстремальных условиях. Эти сплавы, получившие общее название баббиты, являются наиболее распространёнными антифрикционными сплавами. Условия работы антифрикционных сплавов определяют предъявляемые к ним требования. Баббит должен иметь низкий коэффициент трения, высокую твёрдость и износостойкость, а также достаточную пластичность для хорошей перерабатываемости к поверхности. Низкая стоимость действительно является ключевым преимуществом свинцовых баббитов, что делает их крайне привлекательными для применения в решении технических задач.

Данные сплавы обладает 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 направлениях развития электрохимических производств. В свою очередь разработка новых сплавов должно опираться на всестороннюю экспериментальную и теоретическую базу. В связи с этим диссертационная работа Джумъяевой М.Б. посвящённая данной проблеме и направленно на выполнение ряда государственных стратегий и программ является актуальной.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- экспериментально показано, что легирующие элементы магнием, цинком кадмием значительно влияют на теплоёмкость и термодинамические функции свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Выявлено, что с повышением температуры увеличиваются теплоёмкость, энтальпия и энтропия свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием в то же время энергия Гиббса уменьшается. При повышении концентрации легирующих элементов также наблюдается рост указанных параметров.

- металлографическим методом показано, что добавление магния, цинка и кадмия (от 0,1 до 2,0 масс. %) способствуют значительному измельчению структурных составляющих свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием.

- исследованиями показано, что добавки Mg, Zn, Cd (до 2,0 мас.%) действительно способствуют увеличению твёрдости и прочности свинцового баббита Б(PbSb15Sn10).

- методом термогравиметрии установлено, что с повышением температуры и содержания магния, цинка и кадмия в баббите Б(PbSb15Sn10) скорость его окисления увеличивается. Определены закономерности изменения кинетических и энергетических характеристик сплавов.

- методом рентгенофазового анализа (РФА) установлено, что при окислении исследованных компонентов образуются различные оксиды: PbO , Pb_2O , ZnO , $Pb_2Sb_2O_6$, Sb_2O_3 , Pb_3O_4 , Sb_2O_4 , $(Pb_3Sb_2O_8)$, Pb_3O_4 , SnO_2 , Sb_2O_4 , MgO , $Mg(Sn_2O_5)$, $PbSb_2O_6$, $Cd(SeO_3)$, $Pb_2(SnSb)O_6$, Sb_2O_5 , $PbSb_2O_6$, Pb_3O_4 , $ZnSe_2O_5$, Pb_2SnO_4 . Формирование фазового состава продуктов окисления определяются ролью легирующих элементов.

• Исследованиями проведёнными с использованием потенциостатического метода в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с, показано, что добавки магнием, цинком и кадмием(0,1–2,0 масс.%) значительно улучшают коррозионную стойкость свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), в частности, наблюдается увеличение устойчивости к коррозии на 25–40%. Эксперименты показывают, что концентрации легирующих компонентов и хлорид-ионов оказывает влияние на коррозионно-электрохимические характеристики сплавов. Добавки элементов смещают потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации в положительную область.

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 №1545 от 18.10.2024г. По результатам выполненных исследований получен акт внедрения от ГУП «Машиностроительный завод», экономический эффект, который от использования данного изобретения составлял 223068 сомони (24000\$) США в год, за счет продления срока службы агрегатов Варзобского ГЭС-а, работающего в агрессивных условиях.

Автором диссертации опубликовано 14 научных публикациях, из которых статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерация: «Инженерно-физический журнал», «Физикохимия поверхности и защита материалов», «Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки», «Вестник Кузбасского государственного технического университета», «Вестник Саратовский государственный технический университет», Вестник Бохтарского государственного университета имени

Носира Хусрава и 7-статьи в материалах международных и республиканских конференций, а также получен один 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 диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и приложения, изложена на 178 страницах компьютерного набора, включает 63 рисунков, 48 таблиц, 134 библиографических наименований.

В первой главе проанализированы результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по теме диссертации. Однако в литературе отсутствует информация о термодинамических, кинетических и анодных характеристиках свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием.

Вторая глава диссертационной работы Джумъаевой М.Б. состоит из нескольких больших параграфов.

В п.2.1. приведены методы получения сплавов, методики проведения эксперимента и результаты исследования структурно-механических, теплофизических и термодинамических функции свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием описании подходов к выбору легирующих элементов, а также технологии изготовления из них сплавов.

Влияние добавок магния, цинка и кадмия на микроструктуру и механические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) приведен п.2.2. Методом металлографии показано, что добавки магния, цинка и кадмия, особенно от 0,1 до 2,0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Стандартными методами измерения (метод Бринелля) твёрдости металлов показано, что добавки до 2,0 мас. % (магнием, цинком и кадмием) уменьшают твёрдость и прочность свинцового баббита Б(PbSb15Sn10).

В п.2.3-2.5 приведены результаты исследования теплофизических и термодинамических функций свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием. 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 магнием к сплавам с цинком и кадмием 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 магнием, цинком и кадмием. В первом параграфе приведены принцип работы установки и методики исследования кинетики окисления и рентгенофазного анализа (РФА) продуктов окислений сплавов.

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

В четвертой главе диссертации приведены результаты потенциостатического исследования анодной устойчивости свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием.

Методика получения образцов и исследования коррозионно-электрохимических свойств приведён в п.4.1. Исследования коррозионно-электрохимических свойств сплавов проводили потенциостате ПИ-50.1-1 в потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с, с помощью программатора ПР-8 и самозаписа 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 Джумъевой М.Б. приведены результаты исследования коррозионно-электрохимических свойств свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием. Установлено что, добавки магния, цинка и кадмия от 0,1 до 2,0 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 легирующих элементов в указанных пределах способствуют снижению скорости коррозии и плотности тока коррозии исходного бабитов на 20-40%.

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

Диссертационная работа Джумъевой М.Б. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, основные положения, выводы и рекомендации являются логичными и достаточно хорошо аргументированными.

По работе имеются следующие замечания:

1. Автором теплофизические и термодинамические свойства сплавов исследованы в режиме «охлаждения». При этом полученные значения теплоемкости сплавов не сопоставлены с результатами, полученными в режиме «нагрева» или другими методами.

2. Диссертантом исследованы теплоемкость баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием, однако не проведён анализ полученных результатов на соответствие правила аддитивности.

3. Слишком кратко изложено в работе результаты микроструктурного анализа и механических свойств свинцового баббита с магнием, цинком и кадмием.

4. Продукты окисления сплавов автором изучены методом РФА. Для надёжности следовало выборочно изучить их методом ИКС.

5. Ввиду того, что изделия баббитами работают в жёстких условиях, т. е. при рН среды менее 7 или более 7, учитывая это исследовало провести исследования коррозионной стойкости сплавов и при других значения рН среды.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, выполненной на высоком научном уровне.

Заключение

Диссертационная работа Джумъевой Мавджуды Бердиевны «Физико-механические и химические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с магнием, цинком и кадмием», по актуальности, научной новизне, практической и теоретической значимости отвечает требованиям представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки), соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного ВАК Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной 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 Джумъева Мавджуда Бердиевна

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Отзыв обсужден и подтвержден на расширенном заседании кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудования» Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими, протокол

№ 4 от «27» 12 2025

Председатель, кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Материаловедение,
металлургические машины и оборудования»
Таджикского технического

университета им. акад. М.С. Осими



Раджабалиев С.С.

Эксперт, кандидат технических наук, доцент



Гулов С.С.

Секретарь, кандидат технических наук,
и.о. доцента



Бадурдинов С.Т.

Адрес: Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе проспект академиков
Раджабовых, 10 Таджикский технический университет им. акад. М.С.
Осими.

Подлинность подписей к.т.н. доцента Раджабалиева С.С., к.т.н., доцента
Гулова С.С., к.т.н., и.о. доцента Бадрудинова С.Т. *заверяю:*



Начальник ОК и СР ТТУ им. акад. М.С. Осими



Кодирзода Н.Х.