

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Джумъевой Мавджуды Бердиевны «Физико-механические и химические свойства свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$  с магнием, цинком и кадмием», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Диссертационная работа Джумъевой М.Б. выполнена в лаборатории «Коррозионностойкие материалы» ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина, Национальной академии наук Таджикистана». Работа состоит из введения, четырёх глав и приложения, изложена на 178 страницах компьютерного набора, включает 63 рисунков, 48 таблиц, 134 библиографических наименований.

**Актуальность работы.** 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. Такие подшипники обеспечивают устойчивую работу турбин, авиационных двигателей, дизелей и других быстроходных машин, где требования к износостойкости и надёжности запчастей особенно высоки. 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. Их используют в подшипниках скольжения в виде рабочих вкладышей или для заливки поверхности вращающихся частей машин. Низкая стоимость действительно является ключевым преимуществом свинцовых баббитов, что делает их крайне привлекательными для применения в решение технических задач.

Работа Джумъавой М.Б. охватывает большой экспериментальный материал; представленные диссертантом выводы логичны и объективно отражают содержание представленной к защите работы. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

**Достоверность и новизна, полученных результатов:**

-установлены основные закономерности изменения теплоёмкости и термодинамических функций (энтальпия, энтропия и энергия Гиббса) свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$  в зависимости от количества легирующего элемента. Показано, что с ростом температуры теплоёмкость, энтальпия, энтропия свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$  с магнием, цинком и кадмием увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. С повышением концентрации магния, цинка и кадмия теплоёмкость, энтальпия и энтропия увеличиваются, а значение энергии Гиббса свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$  уменьшается;

-методом металлографии показано, что добавки магния, цинка и кадмия, особенно от 0,1 до 2,0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$ ;

-стандартными методами измерения (метод Бринелля) твёрдости металлов показано, что добавки до 2,0 мас. % легирующих металлов (Mg, Zn, Cd) уменьшают твёрдость и прочность свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$ ;

-методом термогравиметрии показано, что с ростом температуры и содержания магния, цинка и кадмия в баббите  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$  скорость его окисления незначительно увеличивается. Установлены закономерности изменения кинетических и энергетических 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  $PbO$ ,  $Pb_2O$ ,  $ZnO$ ,  $Pb_2Sb_2O_6$ ;  $Sb_2O_3$ ;  $Pb_3O_4$ ;  $Sb_2O_4$ ,  $(Pb_3Sb_2O_{8,47})_{6,4}$ ;  $Pb_3O_4$ ;  $SnO_2$ ;  $Sb_2O_4$ ;  $MgO$ ;  $Mg(Sn_2O_5)$ ;  $PbSb_2O_6$ ,  $Cd(SeO_3)$ ,  $Pb_2(SnSb)O_{6,5}$ ,  $Sb_2O_5$ ,  $PbSb_2O_6$ ,

$Pb_3O_4$ ,  $ZnSe_2O_5$ ,  $Pb_2SnO_4$ . Установлена роль легирующих элементов в формировании фазового состава продуктов окисления сплавов и механизме процесса их окисления;

-потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме (скорость развёртки потенциала 2мВ/с) показано, что добавки (0,1-2,0 мас.%) магния, цинка и кадмия на 20-40% 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.

Вклад автора заключается в анализе литературных данных, в постановке и решении задач исследований, подготовке и проведении экспериментальных исследований в лабораторных условиях, анализе полученных результатов, в формулировке основных положений и выводов диссертации.

**Теоретическая и практическая значимость полученных автором 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 испытания 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.

Теоретическая значимость работы Джумъевой М.Б. заключается в получении результатов по физико-химическим свойствам, кинетики окисления синтезированных сплавов в качестве справочного материала, что позволяет

использовать данный материал при чтении лекций по физическому материаловедению.

### **Оценка содержания диссертации, завершенность.**

Содержание диссертации включает введение, четыре главы, заключение, основные выводы и список использованной литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, кратко изложено содержание работы, сформулированы цели и задачи исследования, представлены научная новизна и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту.

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  $B(PbSb15Sn10)$  с магнием, цинком и кадмием. На основании проведенного анализа сформулированы задачи работы.

Во второй главе приведены методы получения сплавов, и проведения эксперимента и результаты исследования структурно-механических, теплофизических и термодинамических функций свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  с магнием, цинком и кадмием, описаны подходы к выбору легирующих элементов, а также технология изготовления из них сплавов.

Третья глава работа посвящена экспериментальному исследованию кинетики окисления свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  с магнием, цинком и кадмием, в твердом состоянии, также приведены принцип работы установки и методики исследования кинетики окисления и рентгенофазного анализа (РФА) продуктов окислений сплавов.

В четвертой главе приведены, методы и результаты экспериментального исследования анодного поведения свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  с магнием, цинком и кадмием, в среде электролита  $NaCl$ .

В целом диссертация представляет собой цельную, завершённую работу, логично изложена с использованием современной научной терминологии. Основные выводы органично завершают диссертацию, они достаточно обоснованы, полностью отвечают целям и задачам и охватывают все результаты исследований. По результатам исследований опубликовано 14 статей, из которых 7 в журналах, рекомендуемых ВАК РФ.

В автореферате диссертации изложены актуальность темы, цель и задачи работы, научные положения, выносимые на защиту, показана достоверность результатов, их научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы в достаточной степени обоснованы и правильно сформулированы. Обоснованность полученных оригинальных результатов Джумъавой Мавджуды Бердиевны высока и подтверждается большим объёмом использованного материала, анализом имеющейся по данной тематике литературы, применением надёжных и хорошо апробированных методик физико-химических исследований, конкретностью выводов, личным участием в экспериментальных исследованиях.

Полученные в диссертационной работе данные по физико-химическим свойствам свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  с магнием, цинком и кадмием внесут свой вклад, пополнив бланк термодинамических, электрохимических и теплофизических величин новыми данными.

***По диссертации можно сделать следующие замечания и пожелания:***

1. Автор диссертации не объяснил, по какой причине для модификации эксплуатационных свойств свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  были использованы легирующие элементы  $Mg$ ,  $Zn$  и  $Cd$ .

2. Так как свинцовый баббит  $B(PbSb15Sn10)$  с добавлением  $Mg$ ,  $Zn$  и  $Cd$  предполагается использовать для покрытия подшипников скольжения, помимо проверки твердости и прочности необходимо выполнить испытания на трение и износ.

3. В результатах работы не указаны данные о химическом составе баббитов.

4. В тексте диссертации слишком кратко представлены данные испытаний на твердость и рентгенофазный анализ свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  с добавлением  $Mg$ ,  $Zn$  и  $Cd$ .

5. Нет достаточно подробного объяснения различного влияния магния, цинка и кадмия на процесс окисления баббитов.

6. Анализ результатов электрохимических исследований показывает, что добавки магния, цинка и кадмия приводят к снижению скорости коррозии на 20-40%. Автор не раскрывает причин уменьшения скорости коррозии свинцового баббита  $B(PbSb15Sn10)$  с указываемыми металлами.

7. В диссертации отсутствует глава, посвященная описанию экспериментальных методик. Методики исследований описаны в начале каждой из глав, что приводит к дублированию, а также отсутствию ряда важной методической информации, например, о точности измерения основных параметров.

8. В работе имеются технические ошибки, опечатки и отдельные неточности, касающиеся перевода иностранных фамилий. (Например, стр. 9; 10; 28; 52; 77 и т.д.).

Перечисленные выше замечания не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационной работы Джумъевой Мавджуды Бердиевны.

Анализ содержания работы позволяет заключить, что диссертационная работа Джумъева М.Б. является завершеным научным исследованием. Результаты работы доложены и обсуждены на многочисленных научных конференциях различного уровня.

## Заключение

Диссертационная работа Джумъевой Мавджуды Бердиевны на тему: «Физико-механические и химические свойства свинцового баббита  $B(PbSb_{15}Sn_{10})$  с магнием, цинком и кадмием» полностью соответствует критериям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013, №842), предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, а ее автор Джумъева М.Б. заслуживает присуждения искомой учёной степени по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

### Официальный оппонент,

доктор технических наук, профессор,  
заместитель директора Филиала Агентства по химической,  
биологической, радиационной и ядерной  
безопасности НАН Таджикистан  
в Согдийской области

X.M. Назаров

Адрес: 735730, Таджикистан, Согдийская область, г. Бустон, ул. Б. Гафуров, 1А  
Телефон: (+992)918-67-64-44;  
E-mail: [holmurod18@mail.ru](mailto:holmurod18@mail.ru)

Подпись д.т.н., профессора Назарова X.M. заверяю:

Начальник отдела кадров Агентства по химической,  
биологической, радиационной и ядерной  
безопасности НАН Таджикистана

Ш. Шосафарова

25.12.2025г.

