

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Ходжаева Фируза Камоловича на тему: **«Прогноз видов взаимодействия свинца с переходными металлами и физико-химические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с щелочными и щелочноземельными металлами»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Характеристика научной и производственной деятельности соискателя

Ходжаев Фируз Камолович в 2009 году окончил Таджикский технический университет им. М.С. Осими в городе Душанбе по специальности «Металлургия цветных металлов».

Ходжаев Ф.К. в 2019г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

В период подготовки докторской диссертации соискатель Ходжаев Ф.К. являлся докторантом Физико-технического института им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана.

Ходжаев Ф.К. обладает достаточными теоретическими знаниями и практическим опытом. Приобретенные знания позволили ему выполнить диссертационную работу, связанную с изучением коррозионно-электрохимических свойств, высокотемпературного окисления, температурных зависимостей теплоёмкости и термодинамических функции свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с щелочными (Li, Na, K) и щелочноземельными (Ca, Sr, Ba) металлами. Владение основами информационно-коммуникационных технологий позволило ему успешно обработать результаты экспериментальных исследований и грамотно интерпретировать их.

Ходжаев Ф.К. является автором более 71 научных работ, из них 2 научных монографии, 37 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, из которых 10 статей опубликованных в журналах, индексируемых в международной реферативной базе данных Scopus и Web of Science, а также получено 5 малых патента Республики Таджикистан.

Ходжаев Ф.К. пользуется уважением среди коллективов лабораторий «Физика твердого тела» Физико-технического института им. С.У. Умарова и «Коррозионностойкие материалы» ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» Национальной академии наук Таджикистана.

Оценка диссертации

Целью диссертационной работы Ходжаева Ф.К. заключается в разработке новых коррозионностойких сплавов на основе свинца, в частности свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с щелочными (Li, Na, K) и щелочноземельными (Ca, Sr, Ba) металлами для различных отраслей машиностроения путем выявления общих закономерностей взаимодействия свинца с элементами периодической таблицы, прогноза, расчёта исследовании термодинамических свойств, а также построения двойных диаграмм состояния свинца с переходными металлами, исследовании температурных зависимостей теплоёмкости и изменений термодинамических функций, кинетики и механизма процесса окисления, электрохимического поведения сплавов.

В связи с поставленной целью в диссертационной работе соискателем Ходжаевым Ф.К. решены следующие задачи:

- обобщены анализы по исследованию типов взаимодействия в двойных системах свинца с элементами ПТ, позволяющих предопределить стехиометрический состав соединений, растворимость компонентов и характер сплавообразования между ними;

- применены статистические и термодинамические критерии для прогноза и оценки видов взаимодействия свинца с элементами ПТ;

- экспериментально и расчетное построены диаграммы состояния двойных систем с участием свинца и их применение в разработке теоретических основ технологии ликвационного рафинирования для получения сплавов в виде модификаторов и лигатур;

- определены термодинамические характеристики сплавов 2-х компонентных систем свинца с переходными металлами;

- установлены температурная зависимость теплоёмкости и изменений термодинамических функций (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием, калием, кальцием, стронцием и барием;

- изучено влияния добавок лития, натрия, калия, кальция, стронция и бария на изменение микроструктуры и механических свойств свинцового баббита Б(PbSb15Sn10);

- исследованы кинетики окисления свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием, калием, кальцием, стронцием и барием в твёрдом состоянии и определении механизма их окисления;

- изучены фазового состава продуктов окисления сплавов методом рентгенофазового анализа;

- изучены изменений анодных характеристик свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с литием, натрием, калием, кальцием, стронцием, барием и выявление влияния концентрации хлорид-иона на коррозионную стойкость сплавов, в среде раствора NaCl.

Научная новизна работы

- На основании применения статистических критериев для прогноза и расчета термодинамических параметров взаимодействия свинца с элементами ПТ впервые построено 6 двойных диаграмм состояния систем Pb-Э (В, С, Р, Ge, Nb, W);

- С использованием уравнений двухзонной модели и теории регулярных растворов получены координаты узловых точек недостаточно изученных систем Pb-ПМ переходные металлы, которые позволили построить 7 двойных диаграмм состояния систем Pb-ПМ (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn);

- Впервые экспериментально изучены координаты критического распада несмешивающихся фаз в системах Pb-Cu и Pb-Zn импульсно-фазовым методом, которые позволили построить их диаграммы состояния;

- На основании построенных диаграмм состояния сплавов систем Pb-ПМ впервые получены уравнения и рассчитаны значения термодинамической активности и избыточной свободной энергии Гиббса компонентов в зависимости от концентрации и температуры сплавов;

– С применением корреляционных методов проведён системный анализ данных по температурам и энтальпиям плавления около 50 интерметаллидов свинца с редкоземельными металлами и впервые выявлены закономерности в изменении этих величин от состава и порядкового номера РЗМ;

– 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 повышением температуры и концентрации щелочных (Li, Na, K) и щелочноземельных (Ca, Sr, Ba) металлов теплоёмкость, энтальпия и энтропия свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается;

– Методом металлографии установлено, что добавки лития, натрия, калия кальция, стронция и бария, особенно до 1.0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие свинцового баббита Б(PbSb15Sn10);

– Стандартными методами измерения твёрдости сплавов показано, что добавки до 1.0 мас. % щелочных (Li, Na, K) и щелочноземельных (Ca, Sr, Ba) металлов повышают твёрдость и прочность свинцового баббита Б(PbSb15Sn10);

– Методом термогравиметрии показано, что с повышением температуры и содержания лития, натрия, калия, кальция, стронция и бария в свинцовом баббите Б(PbSb15Sn10) 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 следующие оксиды: PbO, Li₂SnO₃, Pb₂Sb₂O₇, Sb₂O₃, Pb₃O₄, Sb₂O₄, Sb₂O₅, (Pb₃Sb₂O_{8,47})_{6,4}, Pb₃O₄, Pb_{0.828}O₂, Na₃SbO₃, NaSbO₃, PbSb₂O₆, Pb_{0.986}O₂, Pb₂(SnSb)O_{6,5}, Pb₂SnO₄, K₄(PbO₃), K₃Sb₅O₁₄, Pb₂Sn₂O₆, Sn₂O₄, SnO, Pb_{0.866}O₂, Ca(Sb₂O₆), Ca₂Sb₂O₇, SrSnO₃, Sr₂SnO₄, Sb₂Sr₂O₂, Sr₅Sn₃O₂, Sr(PbO₃), Pb₂(SnSb)O_{6,5}, Ba₂(SnO₄). Установлена роль легирующих элементов в формировании фазового состава продуктов окисления сплавов и механизм процесса их окисления;

– Потенциостатическим методом при скорости развёртки потенциала 2 мВ/с показано, что добавки (0.01-1.0 мас. %) лития, натрия и калия на 5-15% кальция, стронция и бария на 15-25% повышают коррозионную стойкость свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Установлены закономерности изменения основных коррозионно-электрохимических характеристик (потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации) сплавов от концентрации легирующего компонента и хлорид-иона в растворе NaCl.

Практическая значимость работы заключается в:

– построенные диаграммы фазового равновесия и полученные расчётом значения термодинамических характеристик сплавов свинца способствуют снижению материальных затрат на эксперименты и повышают экономическую эффективность процессов при разработке технологии ликвационного рафинирования и синтеза новых сплавов;

– разработке и внедрении свинцово-сурьмяных сплавов марки ССуМТ½ легированных щелочноземельными (Ca, Sr, Ba) металлами для изготовления

защитной оболочки силовых и телефонных кабелей в условиях предприятия ООО «ТАЛКО-КАБЕЛЬ» Республики Таджикистан;

– разработке и внедрении свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$ с калием и стронцием для обмазки поверхности подшипников скольжения агрегатов Варзобского ГЭС-а, в условиях предприятия ГУП «Коргохи машинасози» Республики Таджикистан;

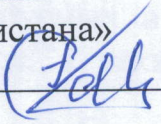
– установлении оптимальных концентрации щелочных (Li, Na, K) и щелочноземельных металлов (Ca, Sr, Ba) в свинцовом баббите $B(PbSb15Sn10)$, повышающих его коррозионную стойкость;

– установлении температурной зависимости теплоёмкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функции свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$ с щелочными (Li, Na, K) и щелочноземельными металлами (Ca, Sr, Ba), которые пополняют страницы соответствующих справочников;

– 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 малыми патентами Республики Таджикистан № TJ 1327 от 2022г; № TJ 1383 от 2023г; № TJ 1424 от 2023г.

В целом, Ходжаев Фируз Камолович сформировался, как высококвалифицированный научный работник и достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Доктор химических наук, профессор,
академик НАНТ, заведующий
лабораторией «Коррозионностойкие материалы»
ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина
Национальной академии наук Таджикистана»

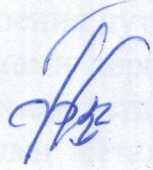
 Ганиев Изатулло Наврузович

Таджикистан, 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2,
ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина
Национальной академии наук Таджикистана»
e-mail: ganievizatullj48@gmail.com, тел.: (+992) 93 572 88 99

Подпись Ганиева И.Н. заверяю:

Старший инспектор отдела кадров
ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина
Национальной академии наук Таджикистана»

« 04 » 2026г.

 Ф.А. Рахимова