

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Окилова Шахрома Шукурбоевича на тему: «Физико-механические и химические свойства свинцово-сурьмяного сплава ССуз с литием, натрием и калием», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 - Материаловедение (технические науки).

### Оценка актуальности темы диссертационного исследования.

Металлическая оболочка кабелей, выполняемая из свинцового сплава наряду с обеспечением герметичности должна быть вибростойкой, т.е. не разрушаться под воздействием вибрации в процессе эксплуатации на скважине; сохранять стабильную структуру и механические свойства при нагревании; иметь достаточно высокое сопротивление ползучести, т.е. не деформироваться под действием хотя и небольших, но длительных нагрузок; обеспечивать срок службы кабеля в целом. Основным материалом для оболочек является свинец-мягкий блестящий металл плотностью 11,4 г/см<sup>3</sup>, имеющий температуру плавления 327°C.

Основные легирующие элементы свинцовых сплавов – это олово, сурьма, кальций, медь, никель, мышьяк и кадмий. Эти элементы вводят для повышения основных физико-химических характеристик конечного металла. Так, мышьяк увеличивает термическую устойчивость, медь минимизирует ликвацию в процессе литья, кадмий улучшает антикоррозийные свойства, никель придаёт структуре поверхности износостойкость. Особой популярностью пользуются свинцовые сплавы, легированные кальцием, так называемые кальциевые баббиты, обладающие высокой плотностью и термальной устойчивостью. По способу применения свинцовые сплавы условно подразделяются на типографские, аккумуляторные, пигментные, защитные, сплавы для изготовления боеприпасов и сплавы общего назначения. Благодаря химической пассивности свинцовые сплавы получили широкое распространение в химической промышленности в качестве основного материала для производства гальванических ванн и технических резервуаров.

Показано, что устойчивость сплавов свинца зависит от модифицирования его структуры, т.е. от дисперсности кристаллов сплава. В связи с этим, почти все металлы, имеющие малую межатомную связь, используют как модификаторы, потому что они имеют низкую температуру плавления, небольшую прочность и твёрдость. Такие металлы, обычно, адсорбируются на зарождающихся кристаллах и тормозят их рост. Это в

свою очередь, приводит к одновременному уменьшению их поверхностной энергии и образованию высокодисперсной системы.

В интернете и доступной литературе найти данные о физико-механических и химических свойствах свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с щелочными металлами нам не удалось. Выяснилось, что теплофизический и термодинамический функции свинцово-сурьмяного сплава системы ССу3 с Li (Na и K) не изучены. Вопросы об использовании свинцово-сурьмяного сплава системы ССу3 с Li (Na и K) в литературе отсутствуют. О коррозионном поведении свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием в среде электролита 0,03; 0,3 и 3,0%-ного NaCl сведения в научно-технической литературе отсутствует. Можно сделать вывод о том, что исследование коррозионно-электрохимических, термодинамических, теплофизических, кинетики окисления и механических свойства свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с щелочными металлами для производства в качестве покрытий многожильных кабелей электропроводника являются актуальной задачей.

### **Общие принципы построения и структуры работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, обзора литературы, экспериментального материала, выводов, списка литературы и приложений. Диссертация 176 страницах компьютерного набора, 58 таблицы, 76 рисунков и 106 наименования литературных источников.

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

*В первой главе* рассмотрены области использования свинца и его сплавов; структурообразования и свойства сплавов свинца и сурьмы с литием, натрием и калием; теплофизические свойства и теплоёмкость свинца, сурьмы, лития, натрия и калия; диаграмма состояния свинца и сурьмы с литием, натрием и калием.

Таким образом, в связи с отсутствием систематических данных о физико-механических и химических свойствах свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием последний был взят диссертантом в качестве объекта исследования в данной диссертационной работе.

*Во второй главе* приведены систематизации видов взаимодействия сурьмы и свинца с элементами таблицы Д.И. Менделеева и результаты исследований механических свойств свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием.

*сплава* посвящена экспериментальному исследованию температурной зависимости теплоёмкости и изменений термодинамических функций свинцово-сурымяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием.

*В четвертой главе* приведены результаты исследования анодного поведения свинцово-сурымяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием в среде электролита NaCl.

*Пятой главе* посвящена экспериментальному исследованию кинетики окисления свинцово-сурымяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием.

Диссертационная работа завершается общими выводами, списком цитированной литературы и приложением.

### **Научная новизна и практическая значимость работы.**

Систематизированы виды взаимодействия свинца и сурымы с некоторыми элементами периодической системы Д.И. Менделеева. Построено расчетным путём диаграммы состояния систем Sb-Fr, Sb-Th, Sb-Ra, Sb-Er, Sb-Pm, Sb-Eu, Pb-Fr, Pb-Ra методами наименьших квадратов и корреляции. Изучены микроструктуры, механические свойства и построена модель кристаллической решётки свинцово-сурымяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием. На основе экспериментальных исследований установлена температурная зависимость удельной теплоёмкости и изменений термодинамических функций свинцового-сурымяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием. Установлено влияние легирующих добавок лития, натрия и калия на анодное поведение сплава ССу3 в среде электролита NaCl. Установлены кинетические и энергетические параметры процесса окисления указанных сплавов в твёрдом состоянии. Определены фазовые составляющие продуктов окисления исследованных сплавов, и показана их роль в механизме высокотемпературного окисления.

Диссидентом потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки 2мВ/с исследовано анодное поведение свинцово-сурымяного сплава ССу3 с щелочными металлами в среде электролита NaCl. Установлено, что легирование свинцового сплава ССу3 указанными металлами от 0,05 до 1,0 мас.% повышает его анодную устойчивость на 25-30%. При переходе от сплавов с литием к сплавам натрием и калием потенциалы свободной коррозии и питтингообразования увеличиваются, т.е. смещаются в более положительную область значений. Плотность тока коррозии и соответственно, скорость коррозии свинцово-сурымяного сплава ССу3, легированного литием, натрием и калием, с ростом концентрации электролита растут. Данная зависимость характерна для всех

сплавов независимо от их состава и особенностей физико-химических свойств легирующего компонента. Наблюдается уменьшение скорости коррозии при переходе от сплавов с литием к сплавам с натрием и калием. Для свинцово-сурьмяного сплава ССу3 также характерен рост скорости коррозии с увеличением концентрации хлорид-иона в электролите.

**Практическая значимость работы заключается в том, что** проведённые экспериментальные исследования помогли выявить оптимальные концентрации щелочных металлов в свинцово-сурьмяном сплаве ССу3, на основе чего были разработаны составы сплавов, отличающиеся анодной устойчивостью. Использование свинцовых сплавов в качестве анодного защитного покрытия электропроводника, имеет большое преимущество.

Выполненные научные исследования послужили основой для разработки состава новых сплавных покрытий, который защищен малым патентом Республики Таджикистан №ТJ1480 от №2301840; заявл.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- результаты исследования температурных зависимостей теплоёмкости и изменений термодинамических функций свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием;
- результаты микроструктурного анализа и механических свойств свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием;
- результаты изменения кинетических параметров окисления свинцовых сплава Pb+3%Sb с щелочными металлами;
- результаты исследования кинетики окисления свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с щелочными металлами в твёрдом состоянии;
- результаты исследования анодного поведения свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием в среде NaCl;
- улучшающие коррозионную стойкость свинцового сплава ССу3 с добавки лития, натрия и калия в диапазоне 0,05-1,0 мас.%.

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

По результатам исследований опубликовано 30 статей, из которых 6 в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, 3 в индексируемых в базе данных Scopus

и Web of Sciense журналах, а также одно изобретение и 24 статьи в материалах конференций различного уровня.

### **Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные научные результаты. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Диссертационная работа отвечает пунктам п.1; п.2; п.3; п.6; п.10; п.16 паспорта специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

### **По диссертации можно сделать следующие замечания:**

1. В первой главе диссертации в п.1.2 приведённый обзор является не достаточным, при имеющейся в литературе много информации по теории и методах исследования теплоёмкости сплавов.

2. 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.

3. Анализ результатов электрохимических исследований показывают, что добавки лития, натрия и калия приводят к снижению скорость коррозии на 25-30%. Автор не раскрывает причин уменьшения скорости коррозии свинцово-сурьмяного сплава ССУЗ с литием, натрием и калием.

4. В работе используется множество сокращений, в связи с этим необходимо было привести список аббревиатур и сокращений.

5. Анодное поведение сплавов во многом определяется присутствием в электролите растворённого кислорода воздуха. Неясно, уделял ли автор этому фактору внимание.

6. В тексте диссертации встречаются орфографические и технические ошибки. Так, например: на стр. 20, 56, 78, 98, 102.

Отмеченные недостатки не умаляют научную и практическую ценность полученных результатов и не снижают актуальность диссертационной работы.

### **Заключение.**

Диссертационная работа Окилова Шахрома Шукурбоевича является законченной научно-квалификационной работой. На основании

выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области материаловедения. Большой экспериментальный и расчётный материал, новизна научных положений и выводы, представленные в работе, дают основание считать, что диссертационная работа Окилова Шахрома Шукурбоевича на тему: «Физико-механические и химические свойства свинцово-сурьмяного сплава ССу3 с литием, натрием и калием», соответствует требованиям пунктов 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук 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 Таджикистана

в Согдийской области

— *Х.М. Назаров*

Х.М. Назаров

Адрес: 735730, Таджикистан, Согдийская область, г. Бустон, ул. Б.Гафурова, 1а  
Телефон: (+992) 918 67 64 44,

E-mail: [holmurod18@mail.ru](mailto:holmurod18@mail.ru)

Подпись официального оппонента д.т.н., профессора Назарова Х.М.

заверяю:

Начальник ОК Агентства по химической, биологической,  
радиационной и ядерной безопасности

НАН Таджикистана

Ш. Шосафарова

«30» декабря 2024 года

