

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Королева Михаила Сергеевича «Разработка и исследование
коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов, полученных
искровым плазменным сплавлением диспергированных электроэрозией
отходов сплава ССуЗ», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и
термическая обработка металлов и сплавов

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Широкое применение свинцово-сурьмянистых сплавов обусловлено применением изделий из них в различных сферах индустриального производства – химической промышленности, автомобилестроении, оборонной промышленности, атомной энергетике, гальванотехнике и кабельной промышленности, в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), а также при изготовлении изделий электротехнического назначения.

Отмечено, что достаточно существенным недостатком, влияющим на ресурс изделий из свинцово-сурьмянистых сплавов, является их относительно невысокая коррозионная стойкость, которая обеспечивается составом, структурой, технологией изготовления и свойствами. Еще одним существенным недостатком, ограничивающим использование свинцово-сурьмянистых сплавов, является токсичность основных компонентов сплава, что требует поиска экологически чистых способов переработки или утилизации отработавших эксплуатационных срок изделий.

Определенные перспективы в решении этих задач представляет способ изготовления мелкодисперсных сплавов (МДС) с возможностью регулирования эксплуатационных свойств, им является искровое плазменное сплавление (ИПС) мелкодисперсных материалов (МДМ).

К числу перспективных металлургических экологически чистых методов получения МДМ из любых токопроводящих материалов, в том числе и металлоотходов свинцово-сурьмянистых сплавов, относится электроэрозионное диспергирование (ЭЭД).

Реновация свинцово-сурьмянистых сплавов, в том числе ССуЗ, будет способствовать ресурсосбережению, импортозамещению и обеспечению технологического суверенитета РФ.

Актуальность работы подтверждается ее поддержкой в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» и «Всероссийского инженерного конкурса», организуемых и финансируемых Минобрнауки РФ.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений, поскольку содержит:

1. Теоретические и технологические решения, позволяющие получать пригодные к промышленному применению новые коррозионностойкие свинцово-сурьмянистые сплавы, изготовленные ИПС МДМ, полученных ЭЭД металлоотходов свинцово-сурьмянистого сплава ССуЗ в жидких диэлектриках.

2. Теоретические и технологические решения, позволяющие получать пригодные к промышленному применению свинцово-сурьмянистые МДМ из разрушенного электроэрозией сплава ССуЗ в двух рабочих средах (воде дистиллированной и керосине осветительном).

3. Результаты апробации, патентования и внедрения новых коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов и технологии их изготовления в образовательный процесс и производство. Общие выводы по диссертации доказывают положения, выносимые на защиту.

В первом выводе работы представлены параметры изготовления свинцово-сурьмянистых сплавов методом искрового плазменного сплавления МДМ, полученных электроэрозийным диспергированием в двух рабочих средах, составы сплавов и технология их получения защищены патентом на изобретение РФ № 2795311.

Во втором выводе разработан способ получения МДМ из аккумуляторного лома. Данный способ отличается тем, что полученные МДМ, изготовлены электроэрозией отходов сплава ССуЗ в дистиллированной воде (патент на изобретение РФ № 2782593) и в керосине осветительном (патент на изобретение РФ № 2802693).

В третьем выводе работы представлены установленные характеристики физико-механических свойств свинцово-сурьмянистых сплавов, изготовленных искровым плазменным сплавлением диспергированных электроэрозией частиц в воде дистиллированной, при температуре 350 °С, давлении 50 МПа и времени выдержки 10 мин., и сплавом ССуЗ, изготовленным промышленным способом, показавшие:

- на 37,3% меньшую пористость;
- на 26 % лучший потенциал к коррозионной стойкости;
- на 40 % меньший размер зерна;
- в 2 раза большую микротвердость;
- на 68 % лучшую электропроводность.

В четвертом выводе работы указаны сравнительные характеристики физико-механических свойств между свинцово-сурьмянистым сплавом, изготовленным искровым плазменным сплавлением диспергированных электроэрозией частиц в керосине осветительном, при температуре 350 °С, давлении 50 МПа и времени выдержки 10 мин., и сплавом ССуЗ, изготовленным промышленным способом, показавшие:

- на 10,8 % меньшую пористость;

- на 11 % лучший потенциал к коррозионной стойкости;
- на 9,8 % меньший размер зерна;
- на 29 % большую микротвердость;
- на 11 % лучшую электропроводность.

Пятый вывод работы посвящён внедрению результатов исследования в промышленный сектор экономики и образовательный процесс. Разработанные технологии и новые коррозионностойкие сплавы апробированы и внедрены в ООО «Курский Аккумуляторный Завод» и ООО «РУ46» г. Курск. Материалы исследований используются в образовательном процессе ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» при изучении дисциплины «Теория и технологии новых материалов» (3 курс направления подготовки аспирантов 22.06.01 «Технологии материалов», направленность «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»).

В шестом выводе отмечено, что перспективами дальнейшего использования полученных результатов является широкое применение в промышленности новых сплавов, полученных искровым плазменным сплавлением электроэрозионных частиц сплава ССуЗ.

3. Научная новизна и достоверность

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются принятой методологией исследования, включающей в себя современное исследовательское оборудование и взаимодополняющие методы физического материаловедения, получением 3 патентов на изобретения РФ, а также апробацией основных положений диссертационной работы на международных и всероссийских научных конференциях в период с 2021 г. по н.в. Достоверность и обоснованность выносимых на защиту научных положений и выводов подтверждена положительными результатами при их внедрении в образовательный процесс и в производство.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. В диссертационной работе получены модели процессов, возникающие при ЭЭД сплава ССуЗ в 2-х рабочих жидкостях. Выявлены корреляционные зависимости гранулометрического состава продуктов электродиспергирования сплава ССуЗ от энергетических параметров процесса электродиспергирования (напряжения на электродах, ёмкости разрядных конденсаторов и частоты следования импульсов). Установленные зависимости позволяют обеспечить требуемые для ИПС параметры МДМ.

2. В работе представлены модели процессов ИПС МДМ, изготовленных ЭЭД металлоотходов сплава ССуЗ в 2-х рабочих жидкостях. Обнаружены принципиально новые корреляционные зависимости микротвердости новых свинцово-сурьмянистых сплавов от технологических параметров ИПС (температуры, давления и времени выдержки).

3. Выявлена зависимость состава, структуры и свойств новых коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов от состава, структуры и свойств свинцово-сурьмянистых мелкодисперсных материалов,

полученных электродиспергированием отходов сплава SSu_3 в воде дистиллированной и керосине осветительном, позволяющая оказывать влияние на их физико-механические свойства.

4. Установлена зависимость между составом, структурой и параметрами коррозионной стойкости новых свинцово-сурьмянистых сплавов. Отмечено, что свинцово-сурьмянистые сплавы из диспергированных электроэрозией частиц сплава SSu_3 , полученные искровым плазменным сплавлением в условиях быстрого нагрева и малой продолжительности рабочего цикла, обладают более высокой коррозионной стойкостью в сравнении с промышленными, что достигается за счет подавления роста зерна и получения мелкозернистой структуры.

4. Оценка содержания работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы составляет 239 страниц, в том числе 37 таблиц, 74 рисунка и 7 приложений.

Автореферат диссертации представлен на 24 страницах и включает в себя общую характеристику работы, содержание работы, основные результаты работы и список основных работ, опубликованных автором по теме диссертации.

В первой главе выполнен анализ проблемы использования коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов, выявлен их состав, структура и свойства, технологии получения и переработки.

Во второй главе представлены теоретические и технологические аспекты металлургических процессов, позволяющих производить новые коррозионностойкие сплавы, а именно описаны способы изготовления МДС по средством искрового плазменного сплавления МДМ, а также описана методика получения МДМ электроэрозионным диспергированием,

В третьей главе описаны используемые материалы, рабочие жидкости, оборудование и методики исследований.

Четвертая глава полностью посвящена результатам экспериментальных исследований состава, структуры и свойств МДМ, полученных с помощью электрической эрозии металлоотходов сплава SSu_3 в дистиллированной воде и осветительном керосине. Выполнена оптимизация процесса электродиспергирования металлоотходов для получения оптимальной для порошковой металлургии дисперсности.

В пятой главе представлены результаты получения новых коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов, изготовленных искровым плазменным сплавлением МДМ из диспергированных электроэрозией отходов сплава SSu_3 . А также выполнена оптимизация получения новых многофункциональных сплавов и аттестации их состава, структуры и свойств с использованием современных взаимодополняющих методов физического материаловедения. Помимо этого, на основании улучшенных эксплуатационных свойств предложены возможные сферы

применения новых сплавов и произведен расчет экономической эффективности, внедрения разработанной технологии на предприятия промышленного комплекса.

Замечания по работе:

1. В работе достаточно подробно рассмотрены промышленно используемые пирометаллургические способы получения свинцово-сурьмянистых сплавов, представлено оборудование и режимы работы. В тексте диссертации указаны также химические и электрохимические способы переработки, однако не представлено используемое оборудование и отсутствует подробное описание процессов.

2. На рисунке 2.8 страница 88 диссертации представлена не модель сплавления, а модель твердофазного спекания двух частиц.

3. В таблице 2.4 – Описание механизмов сплавления страница 89 рассмотрены механизмы массопереноса при спекании, а не при сплавлении.

4. После электроэрозионного диспергирования в получаемых частицах сплава Pb-Sb содержалось: в частицах после диспергирования в воде – 28,5 % кислорода, в частицах диспергированных в керосине – 14 % кислорода, в работе не представлено данных, как влияет содержание кислорода на свойства полученных материалов.

5. После проведения ИПС не проведена оценка относительной пористости получаемых изделий, а на рисунке 5.3 б видны поры в структуре материала.

6. В порошке сплава Pb-Sb диспергированном в керосине содержится углерод, в работе также не рассмотрено, как влияет содержание углерода на свойства получаемых сплавов.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы.

5. Заключение

В целом диссертационная работа «Разработка и исследование коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов, полученных искровым плазменным сплавлением диспергированных электроэрозией отходов сплава ССуЗ» является завершенной, хорошо оформленной, отличается достаточно глубокой проработкой и анализом теоретического и экспериментального материала, имеются необходимые иллюстрации и таблицы, комментирующие полученные автором результаты исследований.

На используемые заимствованные материалы приведены необходимые ссылки. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Автореферат диссертации отражает основное содержание работы. Диссертационная работа «Разработка и исследование коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов, полученных искровым плазменным сплавлением диспергированных электроэрозией отходов сплава ССуЗ» по

тематике, содержанию и результатам соответствует области исследования по п.3 «Теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов», п.8 «Исследование работоспособности металлов и сплавов в различных условиях, выбор и рекомендация наиболее экономичных и надежных металлических материалов для конкретных технических назначений с целью сокращения металлоемкости, увеличения ресурса работы, повышения уровня заданных физических и химических характеристик деталей машин, механизмов, приборов и конструкций» и п.9 «Разработка новых принципов создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях» паспорта научной специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертационная работа «Разработка и исследование коррозионностойких свинцово-сурьмянистых сплавов, полученных искровым плазменным сплавлением диспергированных электроэрозией отходов сплава ССуЗ» соответствует требованиям п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 26.10.2023 г.), а ее автор, Королев Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Официальный оппонент Жереева Еремеева Жанна Владимировна 19.02.2024

Ученая степень, звание Доктор технических наук, профессор

Шифр специальности, по которой защищена диссертация 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Основное место работы (полное наименование организации) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Наименование структурного подразделения Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Должность Профессор

Почтовый адрес 119049, г. Москва, Крымский Вал, д. 3

Адрес электронной почты eremeeva-shanna@yandex.ru

Телефон 8(916)271-14-56

Подпись Еремеевой Жанны Владимировны заверяю

Проректор по безопасности и
общим вопросам НИТУ МИСиС

И.М. Исаев

