

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата химических наук, Скачкова Владимира Михайловича на диссертационную работу Гутема Ендалкачеу Мосиса на тему: «Разработка технологии получения алюминиевых сплавов, армированных карбидокремниевыми частицами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов

1. Актуальность темы исследований

Потребности современных отраслей, таких как автомобиле- и судостроения, авиакосмической и оборонной техники, энергетики, газо- и нефтедобывающей промышленности, в легких, пластичных, прочных, желаемо свариваемых металлических композиционных материалах, в частности, в сплавах на основе алюминия, модифицированных и упрочненных частицами карбида кремния (SiC) очень велики. Эти композиты представляют несомненный интерес. К тому же, методы и способы получения сплавов и лигатур с использованием отходов производств относятся к инновационным технологиям и являются приоритетными, согласно стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года (Распоряжение №2914-р Правительства РФ от 22.12.18). Разработка новых способов введения плохосмачивающихся алюминиевым расплавом частиц, с целью придания конечным композициям на основе сплавов алюминия уникальных прочностных и других функциональных свойств можно назвать фундаментальным исследованием, а такого плана исследованиям в литературе уделено не так много внимания, как они того заслуживают. Поэтому экспериментальная и теоретическая работа диссертанта, направленная на получение новых количественных данных о роли использования флюсов из отработанной футеровки алюминиевых электролизеров и предварительная обработка карбида

*№ 390-10
от 08.11.2019*

кремния магнием для улучшения процессов смачивания жидким металлическим алюминием являются важными, актуальными и востребованными промышленностью. Эти сведения являются физико-химическим экспериментальным и теоретическим обоснованием, а полученные количественные данные служат исходной базой для организации и проектирования инновационных технологических способов получения лигатур и композиционных материалов алюминия с наполнением из карбида кремния.

2. Научная новизна в рамках требований к диссертационной работе

Получены закономерности распределения по крупности зерна для частиц фторидов и частиц SiC после их механической обработки и активации, произведенных из дробленой карбидокремниевой футеровки алюминиевых электролизеров (до и после сплавления с магнием). Установлен уровень смачиваемости, площадь покрытия и состояние поверхности до и после обработки частиц SiC магниевым расплавом, и обоснованы условия для их последующего ввода в алюминиевую матрицу. Выявлено влияние содержания магния и карбида кремния на структуру и механические свойства заготовок, а также выявлен уровень анизотропии лигатур, армированных фторированными частицами SiC, предварительно покрытых магнием.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений

Диссертационная работа включает разделы, необходимые для её оценки, во введении изложены научная новизна и актуальность работы, цели, задачи, объекты исследования, практическая значимость. Краткий обзор литературы и современное состояние проблематики исследований описаны достаточно полно. Экспериментальная часть содержит описание установок, методик проведения измерений, используемый приборный парк, способы обработки результатов.

Работа состоит из четырех глав, изложенных на 107 стр., включая 31 рис., 14 табл., списка литературных источников из 103 наименований.

Результаты работы обсуждены на зарубежных и российских конференциях международного уровня, опубликованы в 4 научных статьях в

журналах, рекомендованных ВАК, 3 из которых в международной базе данных SCOPUS.

Представленная диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые научные результаты и технические решения, имеющие важное практическое значение. Она обладает внутренним единством, её содержание и оформление соответствует требованиям, устанавливаемым Министерством образования и науки Российской Федерации.

4. Оценка содержания диссертационной работы

Первая глава посвящена анализу характеристик алюминиевых сплавов, рассмотрены возможности получения композиционных материалов на основе алюминия, обоснован выбор карбида кремния в качестве армирующего агента. Этими исследованиями были поставлены задачи по изучению процессов взаимодействия карбидокремниевых частиц в алюминиевом сплаве для создания матричного каркаса и получения равномерной зерновой структуры с целью получения литых изделий с высокими механическими свойствами.

Диссертант во второй главе отмечает, что необходима тщательная подготовка материалов для получения качественных лигатур, для этого проводился ряд мероприятий. После измельчения и классификации карбида кремния из отработанной футеровки алюминиевых электролизеров изучались: химический состав, форма и площадь поверхности, проводились механические испытания полученных образцов алюмо-матричных сплавов при согласовании со структурными изменениями на макро и микроуровне, которые были выполнены в лаборатории Эфиопского технического университета на разрывных машинах и динамическом микротвердомере DUH-211S (SHIMADZU, Япония), а для определения равномерного распределения в алюминии карбидокремниевых частиц проводилось электронно-рентгеноскопическое и СЭМ исследования.

В главе III подробно изложена технология получения алюминиевых композитов, армированных частичками карбида кремния. Показано, что

максимальная смачиваемость частиц карбида кремния магниевым расплавом на уровне 75-85% обеспечивается при размере вводимых частиц 400-600 мкм, применяя флюс определённого содержания: 1,5 % фторида натрия, 0,5 % фторида кальция, 2,2 % фторида алюминия, и рабочей температуре процесса 620-650 °С. Экспериментально обоснованы показатели, которые помогают достигнуть однородного распределения частиц в матрице, а также высокой межфазной прочности сцепления обеспечиваемых высоким уровнем смешиваемости.

В IV главе автор достаточно подробно останавливается на анализе (рентгеновский, микроскопии и др.) полученных образцов. По результатам механических испытаний установлено повышение многих характеристик, по сравнению с образцами из алюминиевых сплавов, и добавление магния вместе с карбидом кремния увеличивает прочность на растяжение до 180 МПа.

Опыты показали, что сплав основе алюминия, в зависимости от состава вводимого компонента и расположения его в структуре может полностью менять свойства конечного изделия, так у алюминиевого сплава с частицами карбида кремния модуль Юнга может иметь величину от 200 до 400 ГПа, а предел текучести до 600 МПа.

Диссертант выполнил подробное исследование микроструктуры введенных частиц SiC в образцах сплавов с алюминием, полученных различными способами.

Многие моменты в диссертационной работе с точки зрения экспериментальных измерений и современной трактовки полученных результатов выполнены автором впервые и, несомненно, являются достоинством выполненного исследования.

После внимательного прочтения и изучения диссертационной работы у меня, как официального оппонента, создалось двойственное впечатление. С одной стороны, представлен большой объем исследований механических свойств востребованных лигатур и композитов, направленных на решение важных практических задач, с другой присутствует ощущение, что автору не

удалось четко и ясно донести сложность и трудоемкость операций и экспериментального выполнения измерений со сложными объектами и многофазными системами. Полновесность предложенных интересных способов решения прикладных вопросов также несколько теряется из-за краткости их представления.

5. Вопросы и замечания по диссертационной работе:

1. В работе не в полной мере показаны изменение механических свойств и физико-химических превращений в зависимости от растворимости некоторых оксидов в комбинированном флюсе, и соответствие с краевым углом смачиваемости карбида кремния.

2. В диссертационной работе не обоснованно в полной мере рациональное количество флюса для получения заданных свойств и структуры, и каким образом оно определялось из общего состава дробленой футеровки алюминиевых электролизеров.

3. Необоснованно указаны водорастворимые фазы составляющих флюса находящегося в составе футеровки. Также нигде в работе не рассмотрена необходимость корректировки состава флюса дополнительными фторидными комплексами, поскольку каждый несет в себе определенное функциональное влияние.

4. На стр. 41 утверждается, что сплав 6XXX, является наиболее приоритетным при подготовке лигатур по причине высокого содержания магния, однако не очевидных доказательств о дополнительном переходе магния в матричные связи и увеличении слоя покрытия карбилкремниевых частиц.

5. В работе нет очевидных доказательств по изменению уровня теплопроводности композиционных лигатур, что не является очевидным преимуществом при дальнейшем их использовании в алюминиевых сплавах, и снижает качество работы.

6. В тексте диссертации довольно много опечаток и неудачных формулировок, затрудняющих восприятие. В некоторых местах встречается расхождение текста с подрисуночными надписями.

Указанные замечания и вопросы не ставят под сомнение качество и основное содержание выполненной работы, ценность полученных результатов и выводов, и скорее являются пожеланиями.

6. Заключение

Диссертационная работа Гутема Ендалкачеву Мосиса соответствует паспорту специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов и в полной мере соответствует критериям, установленным разделом 2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Гутема Ендалкачеву Мосиса заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент,

старший научный сотрудник лаборатории

ИХТТ УрО РАН,

кандидат химических наук

В.М. Скачков

31.10.19

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Института химии твердого тела
Уральское отделение Российской академии наук
Адрес: 620990, Свердловская обл., Екатеринбург, ул. Первомайская, 91
Телефон: +7 (343) 362-31-08
E-mail: skachkov@ihim.uran.ru*

Подпись официального оппонента заверяю

ученый секретарь ИХТТ УрО РАН,

доктор химических наук



Т.А. Денисова