

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, Ибрагимова
Владислава Эдуардовича на диссертацию Алаттар Абоелхайр Лоай
Абоелхайр на тему «Формирование повышенных теплофизических свойств
конструкционных сплавов системы Al-Cu», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Металлургия
чёрных, цветных и редких металлов.

1. Актуальность темы диссертации

В последнее время сохраняется устойчивая тенденция использования композиционных алюмо-матричных сплавов и изделий, которые имеют уникальные механические свойства и высокие эксплуатационные характеристики для использования в различных отраслях промышленности, не уступающие подобным по форме и конструкции стальным заготовкам. Известны исследования композиционных материалов на основе алюминиевых сплавов, армированных частицами SiC, Al₂O₃, которые показывают возможность разработки новых сплавов с более высоким комплексом свойств. Также существуют технологии ввода в расплав таких соединений, как SiO₂, BN, Si₃N₄, которые имеют более низкий коэффициент термического расширения, чем кремний (менее 4,5·10⁻⁶ °C⁻¹), высокоразвитую поверхность и плотность, что позволяет использовать их в качестве армирующих частиц.

При модифицировании алюминиевых сплавов керамическими материалами (оксидами, карбидами и нитридами) могут проявляться недостатки, выраженные в дефектах структуры, с такими отклонениями, как водородная пористость, нестабильность структуры и ее неоднородность. Причиной негативных явлений принято считать низкую смачиваемость частиц расплавом, различное значение плотности частиц и их ликвацию в матрице. Для стабилизации характеристик и свойств композитных сплавов требуются разработки новых технологий и технических решений, способствующих повышению качества сплавов и высокому выходу годной продукции, для поиска принципиально новых конструкционных материалов со специальными свойствами.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-176 от 23.06.22
АУ УС

Объектом исследования является технология производства высокопрочных алюминиевых сплавов, легированных медью Al-Cu при вводе частиц карбида бора, а предметом исследования - заготовки из композиционного материала системы Al-Cu-B₄C, перспективы внедрения которого в массовое производство определяется использованием жаропрочной и теплопроводной матрицы с внедрением в нее армирующих частиц, имеющих более низкое термическое расширение и плотность по сравнению с материалом матрицы. Таким образом, актуальность исследования определяется необходимостью разработки экономически эффективной технологии производства алюминиевых сплавов системы Al-Cu-B₄C с равномерной структурой и высокими механическими свойствами для эксплуатации изделий в экстремальных условиях и химически агрессивных средах.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна

Обусловлена использованием современных технических средств измерений, и вновь созданных экспериментальных установок с обобщением результатов испытаний, проведенных на российских и египетских производствах алюминиевых сплавов и деталей из них.

Научные результаты, их ценность

Научно обоснован выбор ввода частиц карбида бора в матрицу алюминиевого сплава Al-5%Cu при различных параметрах литья:

- При изучении влияния различных скоростей перемешивания расплава на показатель пористости и уровень ликвации обнаружено, что при скорости вращения мешалки от 360 до 410 оборотов в минуту, обеспечивается наиболее равномерное распределение частиц в расплаве.
- Изучены закономерности влияния технологических параметров при вводе керамических частиц B₄C в алюминиевый сплав на микроструктуру, тепловое расширение, и механические свойства сплава Al-5%Cu, полученных предварительным механическим перемешиванием частиц, литьем и последующей кристаллизацией под давлением при штамповке в состоянии жидкотвердой фазы;

- Доказано, что кристаллизация под давлением (совмещенный способ литья и штамповки) после механического перемешивания частиц В₄C приводит к значительному снижению водородной пористости, низкой ликвации, и образованию интерметаллических фаз со смачиваемостью 80-90% на границе раздела «матрица-частица».
- При микроструктурном исследовании установлено, что во время кристаллизации расплава в жидкотвердом состоянии, образующиеся и растущие дендриты смещают частицы карбида бора в глубину матрицы по краям эвтектик.
- Установлено, что предварительная термическая обработка карбида бора в температурном интервале 220-250 °С обеспечивает равномерное распределение армирующих частиц в микрообъеме матрицы, что приводит к однородности микроструктуры, и улучшению механических свойств.
- Образцы сплава, полученные методом совмещенного литья и штамповки, на основе матрицы Al-5% Cu при вводе частиц В₄C до 5%, имеют более высокие (по сравнению со сплавом, взятым за основу) показатели микротвердости (113-115 HV), и значения предела прочности на растяжение (~180 МПа).

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 7-ти печатных работах, в том числе в 1-х статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3-х статьях в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент.

2. Теоретическая и практическая значимость работы

- Разработана и научно-обоснована технология производства высокопрочных алюминиевых сплавов с заданным уровнем свойств (Патент РФ № 2750658), модифицированных частицами карбида бора. Разработанный способ получения композиционного сплава позволяет получить образцы, которые имеют более высокий предел текучести, чем у изделий из стандартного поршневого

силумина АК12ММГН ($\sigma_{0,2} = 221$ МПа), что дает возможность замены некоторых деталей из силумина в машиностроительной и автомобильной отрасли Египта, на детали и узлы из новых полученных материалов, произведенных в компании Egypt Aluminum Company (Египетская алюминиевая компания).

- Получен акт о внедрении результатов диссертационного исследования, который выдан в 28.01.2022, и подтверждает их использование в учебном процессе кафедры металлургии при изучении дисциплины «Металлургия легких металлов» и «Металлургические технологии производства и обработки металлов», читаемых студентам по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

3. Замечания и вопросы по работе

1. Рассматривали ли вы возможность применения операции газового рафинирования с применением специальных реагентов непосредственно перед разливкой расплава с целью большего снижения водородной пористости?

2. В работе изучались сравнительные характеристики получаемых сплавов – предел текучести и относительное удлинение. Исследовались ли показатели ударной вязкости получаемых сплавов?

3. Как вы считаете, чем обусловлено снижение плотности сплава при содержании B_4C , равном 2%?

4. Недостаточно широко рассмотрены вопросы структурной наследственности в сплавах.

5. Экспериментальные исследования, представленные в работе, выполнены в лабораторных и близких к промышленным условиям, что затрудняет возможность переноса полученных результатов на промышленные объекты. Это предполагает проведение полноценных промышленных испытаний технологии.

Следует отметить, что указанные вопросы и замечания не снижают научной и практической ценности работы.

4. Заключение по диссертации

Диссертация «Формирование повышенных теплофизических свойств конструкционных сплавов системы Al-Cu», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Металлургия чёрных, цветных и редких металлов полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-

Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Алаттар Абоелхайр Лоан Абоелхайр** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, начальник
заготовительного цеха Акционерное общество
«Центральное конструкторское бюро
машиностроения»

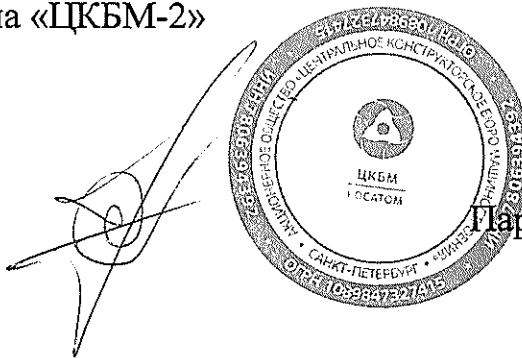


Ибрагимов Владислав Эдуардович

20.05.2021.

Подпись Ибрагимова Владислава Эдуардовича заверяю.

Директор филиала «ЦКБМ-2»



Пархоменко Александр Николаевич

Акционерное общество «Центральное конструкторское бюро машиностроения»

Адрес: 190020 г. Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 138 корпус 1 лит. Б

Контактный телефон: + 7-952-239-74-40

Адрес электронной почты: ibragimov.vlad@yandex.ru

Веб-сайт: <http://ckbm.ru/>