

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Алаттар Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир 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.**

Алаттар Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир в 2016 г. получил степень магистра технических наук по специализации «геология/прикладная геофизика». (Факультет естественных наук Университет Мансуры, Арабская Республика Египет).

В период подготовки диссертации с 2018 г. по настоящее время соискатель Алаттар Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир является аспирантом очной формы обучения кафедры Metallургии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

За период обучения в аспирантуре Алаттар Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир своевременно сдала кандидатские экзамены на оценку «отлично» и проявила себя квалифицированным специалистом, способным самостоятельно планировать и проводить экспериментальные исследования.

Принимала активное участие в:

- Первая международная конференция по материаловедению и применению (ICMSA 2019) Египет, Шарм Эль Шейх 2019;
- Конференция IOP, Международный семинар - (MIP: Engineering -2019) Красноярск, Россия, 4-6 Апрель, 2019 г;
- Конференция The XVI International Forum-Contest of Students and Young Researchers “Topical Issues of Rational Use of Natural Resources”, Международный семинар, Санкт-Петербургский Горный Университет, Санкт-Петербург, Россия, June 17th-19th 2020;

- Конференция II Международный форум "Ключевые тренды в композитах: наука и технологии", Международный семинар, Ассоциация технических университетов, Москва, Россия, 20 Ноября 2020;
- Международный симпозиум “Нанозфизика и наноматериалы” Санкт-Петербург, Россия 24-25 ноября 2021

В диссертации Алаттар Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир рассматривается вопрос в установленный срок успешно справился с заданиями календарного плана в полном объеме, проявила высокую работоспособность, целеустремленность и ответственность, приобрел навык педагогической деятельности, показал высокий уровень подготовки при написании научных статей и проведении научно-исследовательских работ.

В процессе обучения в аспирантуре Алаттар Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир в установленный срок успешно справилась с заданиями календарного плана в полном объеме, проявила высокую работоспособность, целеустремленность и ответственность, приобрела навык педагогической деятельности, показала высокий уровень подготовки при написании научных статей и проведении научно-исследовательских работ.

Основное содержание диссертации полностью соответствует защищаемым положениям. Все этапы исследований выполнены в соответствии с утвержденным планом.

«Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, (далее – Перечень ВАК), а также, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus); Получен 1 патент».

Актуальным является разработка экономически эффективной технологии производства алюминиевых сплавов с равномерной структурой и

высокими механическими свойствами для эксплуатации готовых изделий в экстремальных условиях и химически агрессивных средах.

Научная новизна работы:

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

- При изучении влияния различных скоростей движения расплава на показатель пористости и уровень ликвации обнаружено, что при скорости вращения мешалки от 360 до 410 оборотов в минуту, обеспечивается равномерное распределение частиц по всему объему расплава.

- Изучены закономерности влияния технологических параметров при вводе керамических частиц  $B_4C$  в алюминиевый сплав на микроструктуру, теплофизические характеристики, и механические свойства сплава Al-5%Cu, при интенсивном перемешивании частиц, и последующей кристаллизацией расплава под давлением при штамповке в состоянии жидко-твердой фазы;

- Доказано, что при кристаллизации под давлением (совмещенном способе литья и штамповки) после механического перемешивания частиц  $B_4C$  происходит значительное снижение водородной пористости, уменьшается уровень ликвации, и образуются интерметаллические фазы со смачиваемостью 80-90% на границе раздела «матрица-частица».

- При микроструктурном исследовании установлено, что во время кристаллизации расплава в жидко-твердом состоянии, образующиеся и растущие дендриты смещают частицы карбида бора в глубину расплава по краям эвтектики.

- Определено, что модифицированные алюминиевый сплавы, армированные частицами карбида бора со средним размером 5 мкм, имеют низкий коэффициент термического расширения, по сравнению с классическими поршневыми силуминами, когда в интервале температур 20-200 °C величина теплового расширения составляет  $(19-20) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

- Установлено, что предварительная термическая обработка частиц карбида бора в температурном интервале 220-250 °C 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  $B_4C$  до 5%, имеют более высокие (по сравнению со сплавом, взятым за основу) показатели микротвердости (113 HV), предела прочности на растяжение ( $\sim 180$  МПа), что подтверждается микроскопическим исследованием структуры исследуемых образцов.

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 стальных изделий в машиностроительной и автомобильной отрасли Египта, на детали и узлы из новых полученных материалов, произведенных в компании Egypt Aluminum Company (Египетская алюминиевая компания).

Личный вклад автора состоит в постановке цели, формулировке задач и разработке методики исследований; в проведении анализа научно-технической литературы и патентного поиска. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается исследованиями, применением современных методов статистического анализа, сходством теоретических и экспериментальных результатов.

Диссертация «Формирование повышенных теплофизических свойств конструкционных сплавов системы Al-Cu», представленная на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 05.16.02 - Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов, соответствует 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 Абоелкхаир Лоаи Абоелкхаир – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallurgy of black, colored and rare metals.

Научный руководитель, доцент, д.т.н.,  
заведующий кафедрой автоматизации  
технологических процессов и производств  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет»

Бажин Владимир Юрьевич

31.01.2022

199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2.

Телефон: +7 812 328 82 12

e-mail: bazhin- alfoil@mail.ru

Bazhin\_VYu@pers.spmi.ru



Сделано в Санкт-Петербурге  
Генеральный директор: В.Н. Данилов  
Заместитель директора по производству: Е.Р. Яновичкая  
" 01 " 2022 г.