

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наумовой Евгении Александровны на тему «Разработка научных основ легирования алюминиевых сплавов эвтектического типа кальцием», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

В настоящее время наблюдается значительное расширение использования алюминия и алюминиевых сплавов во всех сферах деятельности. Это в первую очередь связано с его физическими свойствами (малая плотность, стойкость к коррозии и возможность получать сплавы с высокими прочностными показателями). Широкое применение нашли сплавы на основе системы Al-Si(силумины) в качестве литейных. Однако улучшение их физико-механических характеристик уже практически невозможно. В связи с этим актуален вопрос поиска других элементов, в частности, эвтектикообразующих, что предполагает потенциал для создания литейных композиций. В данной диссертации разработана концепция по использованию в алюминиевых сплавах нового поколения кальция как основного легирующего элемента. Это отвечает как критерию **актуальности**, с одной стороны, так **новизны**, с другой.

На основе глубокого изучения литературных источников и значительного объема расчетно-экспериментальных исследований соискательница обосновала принципы легирования многокомпонентных сплавов разного назначения применительно к получению, как фасонных отливок, так и деформированных полуфабрикатов. Сделан вывод о высокой перспективности применения кальция в качестве основного легирующего элемента. В частности показано, что по совокупности основных эксплуатационных, технологических и экономических показателей алюминиево-кальциевые сплавы превосходят сплавы на основе других эвтектик (Al-Si, Al-Ni, Al-Ce).

С использованием расчетных (Thermo-Calc) и экспериментальных методик (с широким использованием электронной микроскопии) были выявлены наиболее интересные модельные системы. Была исследована взаимосвязь структуры в литом и термообработанном состоянии с технологическими и механическими свойствами. Обоснованы оптимальные концентрации доэвтектических и эвтектических сплавов, в которых отсутствуют хрупкие первичные кристаллы. Следует отметить, что интервал кристаллизации в экспериментальных сплавах рассматриваемых систем довольно узок (порядка 30°C), а это предполагает высокие литейные свойства, что и нашло подтверждение в данной работе.

### **Значимыми научными результатами работы являются:**

- Создание базовой концепции использования кальция, как основного легирующего элемента коррозионностойких алюминиевых сплавов нового типа.
- Построение фрагментов многокомпонентных диаграмм состояния, что позволило обосновать перспективные области составов и, что особенно важно с практической точки зрения, возможность рассматривать железо и кремния в качестве легирующих элементов, а не вредных примесей, как во многих марочных сплавах.
- Выявление эффекта упрочнения алюминиево-кальциевых сплавов добавками скандия и циркония;
- Обоснование возможности деформационной обработки алюминиево-кальциевых сплавов, содержащих 15-30% частиц интерметаллидных фаз, что позволяет их рассматривать в качестве естественных композитов;

**Практическая значимость** выполненной работы состоит в разработки сплавов новых алюминиево-кальциевых сплавов, которые прошли опытно-промышленное опробование на различных предприятиях. Особо следует отметить сравнительно низколегированный высокотехнологичный сплав системы Al–Ca–Mn, который может составить конкуренцию широко известным эвтектическим силуминам типа АК12.

Результаты проведенных исследований были представлены на множестве конференций, в т.ч. международных. Среди 72 опубликованных работ следует отметить 7 статей в высокорейтинговых журналах, входящих в первый квартиль WoS, что свидетельствует о высоком научном уровне проведенных исследований. Получено 4 патента на изобретения.

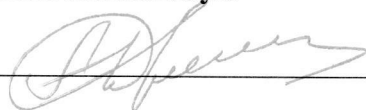
По данной работе имеются следующие замечания.

1. В автореферате не приведены конкретные предприятия, на которых проводилось опробование предложенных сплавов и изделий, для которых они внедрены.
2. На некоторых микроструктурах (например, рис.1-4) масштабные отметки отсутствуют или плохо видны.
3. Упрочнение в модельном сплаве Al<sub>7,6</sub>Ca<sub>0,3</sub>Sc иллюстрируются только результатами испытаниями на твердость, а свойства на растяжение отсутствуют.
4. Из автореферата не видна целесообразность и области применения деформируемых полуфабрикатов этой группы сплавов.

Данные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

В работе приведены научные результаты, позволяющие их классифицировать как решение крупномасштабной задачи обоснования создания новой группы сплавов, а именно алюминиево-кальциевых и способов получения их фасонных отливок и деформированных полуфабрикатов. Работа является законченной и соответствует требованиям пунктов 9 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.13 г. № 842), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Наумова Евгения Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

**Директор по развитию бизнеса и новых технологий АО «Арконик СМЗ»,  
кандидат технических наук**

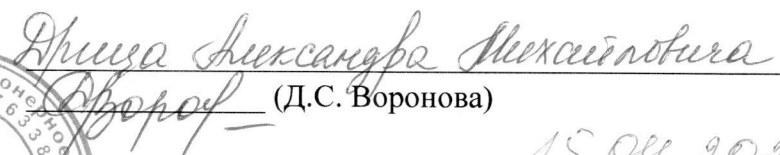
 Дриц Александр Михайлович


Почтовый адрес: 123112, Москва, Пресненская набережная, д. 10, блок Б

Телефон: +7 (495) 777-04-04

e-mail: [Alexander.driyts@arconic.com](mailto:Alexander.driyts@arconic.com)

(Научная специальность 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов)

Подпись  \_\_\_\_\_ (Д.С. Воронова) заверяю

 15.04.2020