



Brunel Centre for Advanced  
Solidification Technology



**Brunel**  
University  
London

Brunel University London, Uxbridge,  
Middlesex, UB8 3PH, UK  
Telephone: +44 (0)1895 274000  
Direct Line: +44 (0)1895 266407  
Direct Fax: +44 (0)1895 269758  
E-mail: [bcast@brunel.ac.uk](mailto:bcast@brunel.ac.uk)  
Web: <http://brunel.ac.uk/bcast>

4 Марта, 2020 г.

В диссертационный совет Национального  
исследовательского технологического  
университета «МИСиС»

Проф. Д.Г. Эскин  
Tel: +44 (0)1895 265317  
Эл. почта: [Dmitry.Eskin@brunel.ac.uk](mailto:Dmitry.Eskin@brunel.ac.uk)

#### 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 в различных сферах: особенно в автомобильной промышленности (не только в двигателях) и в аддитивных технологиях. Кроме того, и в традиционных областях применения существующие алюминиевые сплавы достигли лимита своих свойств. Гибридные сплавы, которые могут применяться как для литых так и деформированных деталей особенно актуальны.

В связи с этим встает вопрос поиска других элементов, в частности, эвтектикообразующих, что предполагает потенциал для создания литейных композиций; а при оптимальной структуре открывает возможности деформирования этих «естественных композитов». В данной диссертации разработана концепция по использованию кальция как основного легирующего элемента в алюминиевых сплавах нового поколения. Это отвечает, как критерию **актуальности**, с одной стороны, так **новизны**, с другой.

Диссертанткой использованы современные методы анализа структуры, фазового состава и механических свойств.

С использованием расчетных (Thermo-Calc) и экспериментальных методик (с широким использованием электронной микроскопии) были выявлены наиболее интересные модельные системы с широким спектром легирующих элементов, как для структурообразования, так и для упрочнения. 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.

**Значимыми научными результатами работы** являются:

- Создание базовой концепции использования кальция, как основного легирующего элемента коррозионностойких алюминиевых сплавов нового типа.
- Построение необходимых секций многокомпонентных диаграмм состояния (расчетными и экспериментальными методами), 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 существующих марочных сплавах.
- Выявление эффекта упрочнения алюминиево-кальциевых сплавов добавками скандия и циркония и условий его реализации;
- 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 низко-легируемый высокотехнологичный сплав системы Al–Ca–Mn, который может составить конкуренцию широко известным эвтектическим силуминам типа АК12.

По тексту автореферату данной работе имеются следующие замечания.

1. В целом ряде случаев автор указывает прочностные свойства при комнатной температуре без пластичности или вязкости разрушения, или без свойств при повышенных температурах, в то время как эти свойства могут быть более важными для конкретного применения, например в поршнях из сплава Al-10%Zn-3,5%Ca-3%Mg (стр. 27).
2. В тексте описания второй главы не разъяснено, чем вызван выбор конкретных составов сплавов.
3. На стр. 20 констатируется, что *«В сплавах с 4% Ca упрочнение после отжига полностью отсутствует, в то время как в сплаве с 10% Ca (спл. 12) оно очень заметно (40HV) и достигается после отжига при 300 °C (рис.12в)»*, но не дано объяснение этому явлению. На рис. 12а сплав 12 не показан.
4. На целом ряде рисунков с диаграммами состояния присутствует значок ThermoCalc (напр. рис. 13а, 15а, 16б, 17г), но не ясно является ли проекция линий экспериментальной или расчетной.

Данные замечания носят уточняющий характер и вполне вероятно ответы на них есть в полном тексте диссертации; они не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

В работе приведены научные результаты, позволяющие их классифицировать как новое направление в материаловедении алюминиевых сплавов и решение крупномасштабной задачи обоснования создания новой группы сплавов, а именно алюминиево-кальциевых и способов получения их них 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».

A handwritten signature in purple ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, likely representing the name Dmitry Georgievich Eskin.

Эскин Дмитрий Георгиевич, к.т.н

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

Профессор Университета Брунеля (Brunel University London),