

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авербух В.Я., Гамыгин К.А., Глушкин Я.А. Ферромагнитные электроконтактные материалы для многоканальных вращающихся контактных устройств // Электрические контакты, 2002. – С. 148–150.
2. Панин В.Е., Сергеев В.П., Панин А.В.. Наноструктурирование поверхностных слоев конструкционных материалов и нанесение наноструктурных покрытий. 2008. – Томск: Изд-во ТПУ. – 286 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВОВ НА МИКРОСТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЛАВА АК7Ч.

Л.А. Казанцева¹, А. П. Зыкова^{1,2}

Научный руководитель: доцент, д.ф.-м.н. И. А. Курзина^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: lyudmilka-malinka@mail.ru

RESEARCHING OF THE MODIFIES ABILITY OF DIFFERENT COMPOSITION ON THE MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF ALUMINUM ALLOY.

L. A. Kazantseva¹, A.P. Zykova^{1,2}

Scientific Supervisor: Prof., Dr. I.A. Kurzina^{1,2}

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: lyudmilka-malinka@mail.ru

In this paper, we carried out a comparative investigation of the influence of the various modifiers on the microstructure and mechanical properties of aluminum alloy. The modification of aluminum alloy has been reduced for reduction of the size crystal Si and Fe-containing phases.

Среди литейных сплавов на основе алюминия особый интерес представляют сплавы системы Al-Si (силумины), которые характеризуются хорошими литейными, а также высокими технологическими и механическими свойствами. Известно [1], что морфологические характеристики Si кристаллов и Fe-содержащие фазы оказывают существенное влияние на механические свойства Al-Si сплавов, в связи со структурными особенностями – грубым и хрупким строением. Улучшение структуры, повышение механических и технологических свойств сплавов Al-Si можно достичь путем повышения дисперсности кремниевой эвтектики и Fe-содержащих фаз за счет модифицирования сплава малыми добавками модификаторов различного состава: рафинирующих флюсов, солей на основе натрия, нано- ультрадисперсных порошков металлов и др. [1, 2]. Поэтому целью работы являлось изучение влияния различных модифицирующих составов на структуру, фазовый состав и механические свойства сплава АК7ч.

Для оценки влияния различных модифицирующих составов (МС) на физико-химические характеристики и механические свойства силумина использовали сплав марки АК7ч, отливки которого

были получены на НПЦ «Полюс» (г. Томск). Сплав АК7ч исследовали в 5-ти состояниях согласно таблице 1.

Качество отливок оценивали по дендритной структуре α -Al, размеру Si пластин, Fe-содержащих фаз и механическим свойствам. Микроструктура всех исследуемых образцов состоит из дендритов α -Al и эвтектики (α -Al+ β -Si) (рис.1). По данным растрового электронного микроскопа (РЭМ) и рентгеновского энергодисперсионного микроанализа (РЭДМА) в режиме фазового контраста видно, что во всех образцах присутствуют Fe-содержащие фазы различной формы и размера (рис.1 б, г, е, з, к), однако после введения модифицирующих смесей тип фаз установить не возможно, т.к. на рентгенофазовом анализе (РФА) они не видны, а по данным РЭДМА рассчитать стехиометрический состав не удается.

Таблица 1. Содержание и химический состав модифицирующих смесей.

Образец	Модификатор, масс. %	Состав модификатора
A-1	-	-
A-2	0,2 масс. %	Промышленный модификатор K_2ZrF_6 : K 28%, Zr 31,9%, F 40%
A-3	0,4 масс. %	Ультрадисперсные порошки (УДП) оксидов тугоплавких металлов и криолита: F 46,5 %, O 14,3 %, Na 11,6 %, Al 9,6 %, Zr 6,7 %, Ti 5,8 %, K 3,3 %, Ca 2,2 %
A-4	0,2 масс. %	Зарубежный флюс «Arsal»: O 20,9%, Cl 20,2%, F 19,8%, Na 18,8%, K 14,4%, S 2,9%, Si 2,3%, Mg 0,4%, Al 0,1%, Ca 0,1%, Cr 0,03%, Br 0,04%, Fe 0,02%, P 0,01%
A-5	1 масс. %	0,5% ультрадисперсных порошков оксидов тугоплавких металлов и криолита + 0,5% «Arsal»

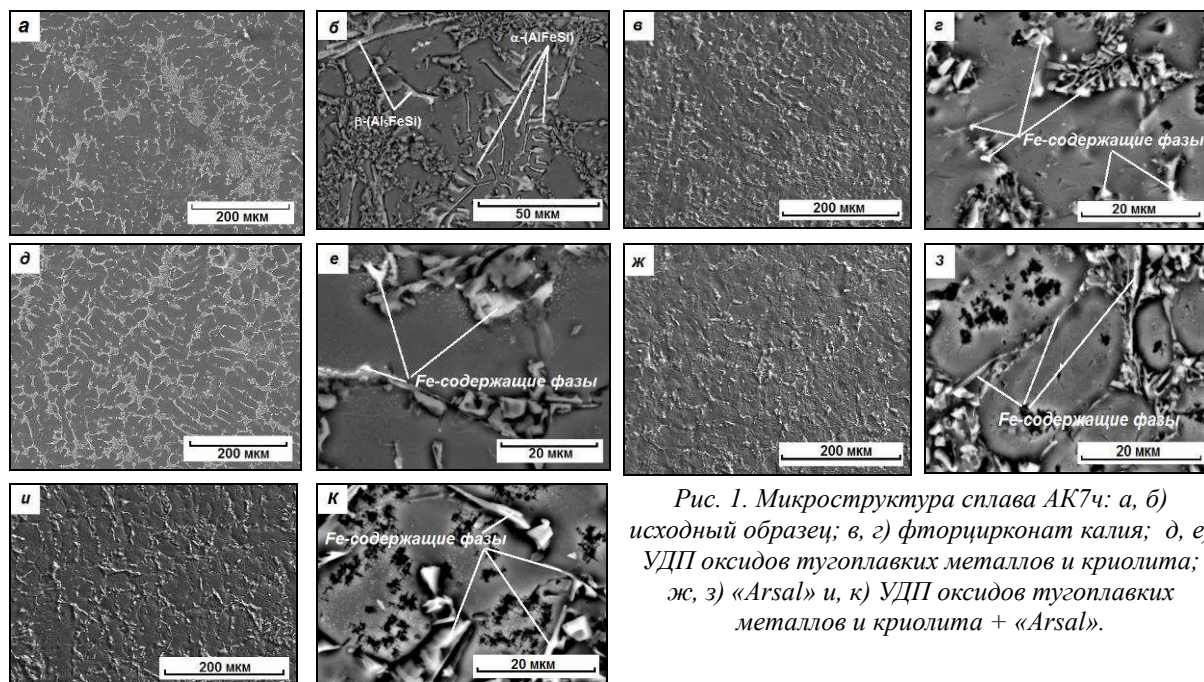


Рис. 1. Микроструктура сплава АК7ч: а, б) исходный образец; в, г) фторцирконат калия; д, е) УДП оксидов тугоплавких металлов и криолита; ж, з) «Arsal» и, к) УДП оксидов тугоплавких металлов и криолита + «Arsal».

Исходный образец A-1 состоит из твердого раствора α -Al, эвтектики (α -Al+ β -Si) и Fe-содержащих фаз α -(Al_2FeSi) и β -(Al_5FeSi) (рис.1а, б). В структуре образца A-1 наблюдается скопление эвтектики (α -Al+ β -Si) и разнотернистость α -Al, которая лежит в пределах от ~13...93 мкм. Средний размер дендритов α -Al составляет ~31 мкм, а Si пластин ~12,5 мкм (рис.2). Фаза α -(Al_2FeSi) кристаллизуется в виде прожилок скелетообразной формы с размером ~15 мкм, а фаза β -(Al_5FeSi) в виде пластин с размером ~70 мкм.

Введение модифицирующих смесей согласно табл.1 оказывает существенное влияние на структуру исследуемых образцов. После введения 0,2% промышленного модификатора K_2ZrF_6 (образец *A-2*) наблюдается отсутствие скоплений эвтектики ($\alpha-Al+\beta-Si$) (рис.1 в). По сравнению с образцом *A-1*

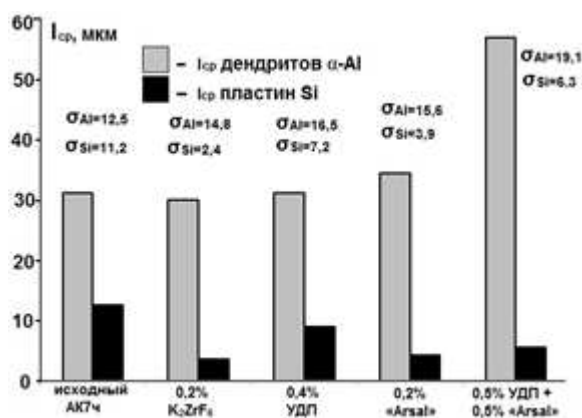


Рис. 2. Гистограмма распределения средних размеров дендритов $\alpha-Al$ и кристаллов Si

Таблица 2. Механические свойства сплавов

Образец	Временное сопротивление разрыву (σ_B), кгс/мм ²	Относительное удлинение (δ), %	Плотность (ρ), г/м ³
<i>A-1</i>	20,6±0,05	1,3±0,1	2,7±0,01
<i>A-2</i>	22±0,05	3,7±0,1	2,8±0,01
<i>A-3</i>	20±0,05	2,0±0,1	2,8±0,01
<i>A-4</i>	18,5±0,05	2,5±0,1	2,6±0,01
<i>A-5</i>	14,4±0,05	8,4±0,1	3,3±0,01

уменьшение Si пластин и Fe-содержащих фаз. По сравнению с образцами *A-1* и *A-3* средний размер дендритов $\alpha-Al$ увеличился, и составил ~35 мкм (рис.2). Введение импортного флюса «Arsal» привело к уменьшению σ_B на 2,1 кгс/мм², и увеличению δ на 1,2% по сравнению с образцом *A-1* (табл.2).

Введение MC на основе 0,5% УДП оксидов тугоплавких металлов и криолита + 0,5% импортного флюса «Arsal» сопровождается значительным увеличением размеров дендритов $\alpha-Al$, и составляет ~56 мкм, что в 2...2,5 раза выше по сравнению с образцами *A-1...A-4*. Введенный состав модификатора приводит к уменьшению Si пластин до ~5,5 мкм, σ_B до 14,4 кгс/мм² и твердости до 39НВ. Однако пластичность увеличивается в 6 раз и составляет 8,4%. Возможно, это связано с увеличением размеров дендритов $\alpha-Al$ и плотностью отливок, которая после модифицирования составляет 3,3 г/м³ (табл.2).

Таким образом, после модифицирования у всех образцов наблюдается отсутствие скоплений эвтектики ($\alpha-Al+\beta-Si$) и равномерное распределение размеров дендритов $\alpha-Al$. Модифицирование сплава АК7ч также приводит к уменьшению размеров кристаллов Si, Fe-содержащих фаз более чем в 2 раза. В ходе модифицирования для образцов *A-2...A-5* увеличивается относительное удлинение, что связано с уменьшением размеров Si пластин; временное сопротивление разрыву находится в пределах 14,4...22 кгс/мм². Оптимальными механическими свойствами обладает образец *A-2*, модифицированный 0,2% K_2ZrF_6 . Самый высокий показатель δ 8,4% у образца *A-5*, для которого характерно также увеличение плотности до 3,3 г/м³, уменьшение кристаллов Si в 2,5 раза.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №13-02-98034 p_сибирь_a.

средний размер $\alpha-Al$ и Si пластин уменьшился, и составил ~30 мкм и ~3,6 мкм соответственно (рис.2). После введения K_2ZrF_6 повышаются механические свойства: σ_B увеличилось на 1,4 кгс/мм², δ увеличилось на 2,4 % по сравнению с исходным образцом (табл. 2). Несмотря на увеличение механических свойств сплава плотность отливок практически не изменилась, что, по-видимому, связано с наличием пор в образцах (табл.2).

После введения 0,4% MC на основе УДП

оксидов тугоплавких металлов и криолита (образец *A-3*) наблюдается уменьшение размеров эвтектики ($\alpha-Al+\beta-Si$) и дендритов $\alpha-Al$ (рис.1 д, е). Введение модификатора привело к уменьшению Si пластин, средний размер которых составил ~9 мкм (рис.2).

После введения 0,2% импортного флюса «Arsal» в образце *A-4* наблюдается значительное

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строганов Г.В., Ротенберг В.А., Гершман Г.Б. Сплавы алюминия с кремнием.- М.: Металлургия, 1977. – 272 с.
2. В.Б. Деев, К.В. Пономарева, А.В. Прохоренко, В.Н. Алхимов, О.В. Махина. Эффективные способы модифицирования структуры литейных сплавов // Вестник горно-металлургической секции Российской Академии Естественных наук: Сборник научных трудов. Новокузнецк, 2013. Вып. 31. – С. 44–48.

ЧИСЛЕННОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ НАНОЧАСТИЦ ПО РАЗМЕРАМ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.В. Калашников, А.В. Номоев

Научный руководитель: доцент, д.ф.-м.н. А.В. Номоев
ФГБОУ ВПО Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, ул. Смолина 24а, 670000
E-mail: Betch_Kail@mail.ru

NUMERICAL JUSTIFICATION OF THE METHOD OF ACOUSTIC NANOPARTICLES SIZES DIFFERENTIATION OF : CURRENT STATE OF METHODS OF SEPARATION OF DISPERSED MATERIALS

S. V. Kalashnikov, A.V. Nomoyev

Research supervisor: doctor of sciences A.V. Nomoyev
Buryat State University, Ulan-Ude, Smolin St. 24a, 670000
E-mail: Betch_Kail@mail.ru

In article the method of division of nanostructural objects by the sizes by the acoustic method, based on spatial division of particles by Chladni's figures is considered. The review of modern methods of division of disperse materials is provided. Results of the numerical modeling which has been carried out by the Swiss scientists for a considered method are shown.

В последние годы наблюдается усиление интереса к позиционированию микро- и наночастиц на поверхностях, использованию их для модифицирования известных материалов и создания новых. Современные методы разделения частиц основаны на разности плотности и размера (размер-селективное осаждение, броуновская диффузия и использование вибрационной сегрегации), на разности поверхностных свойств (высокоэффективная жидкостная хроматография), на разности заряда в зависимости от размера (гель-электрофорез), на разности диэлектрической постоянной в связи с размером частиц (диэлектрофорез), а так же на акустическом импедансе (ультразвуковое разделение). Что касается акустического разделения, то оно является новым и перспективным методом, однако использование этого способа для наноразмерных систем еще недостаточно изучено. Первые упоминания об использовании микрофигур Хладни для разделения нанодисперсных материалов содержатся в [1]. Обнадеживающие результаты по разделению нанопорошка диоксида кремния акустическим методом получены в [2].