

УДК 669.715

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО ТИПА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Al-Zn-Mg-Ca

Ольга Владимировна Онищук

*Студентка 5 курса,  
кафедра «Материаловедение»  
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: Е. А. Наумова  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

В настоящее время алюминиевые сплавы получили широкое применение благодаря ценному для техники комплексу механических, физических, коррозионных свойств, высокой технологичности, а также благодаря значительным природным запасам алюминия.

Повышение комплекса свойств промышленных алюминиевых сплавов является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений исследований является получение структуры КМ (композиционных материалов) на алюминиевой основе с разными алюминидами (подобную той, которая характерна для порошковой и гранульной технологий) с использованием простых технологических процессов. Для этого требуется найти эвтектики, которые удовлетворяют следующим требованиям: 1) дисперсное строение в литом состоянии, 2) высокая объемная доля алюминидов, 3) его способность к сфероидизации при отжиге без огрубления. Для нахождения таких эвтектик требуется анализ (в том числе и количественный) многокомпонентных фазовых диаграмм с доступными эвтектикообразующими элементами.

Одним из перспективных направлений представляется создание принципиально новых систем легирования, в которых определяющая роль отводится кальцию, который, как и кремний, образует с алюминием диаграмму эвтектического типа. По содержанию в земной коре (3,6 масс. %) кальций занимает 3 место среди всех металлов, уступая только алюминию и железу.

Особое место среди материалов конструкционного назначения занимают высокопрочные сплавы. Наиболее прочные промышленные алюминиевые сплавы разработаны на базе системы Al-Zn-Mg-Cu (7xxx серия: AA7075, 7055, 7085 и др.), в которых суммарное содержание цинка, магния и меди достигает 12–13 масс.%. Однако из-за малого количества эвтектики все сплавы 7xxx серии имеют низкие литейные свойства, что препятствует их применению для получения фасонных отливок достаточно сложной формы, хотя такие попытки неоднократно предпринимались. С другой стороны, в работах [2,3] было показано, что в сплавах эвтектического типа, в частности, на базе системы Al-Zn-Mg-Ni, можно получить сочетание высоких механических свойств и хорошей технологичности при литье. Целесообразно рассмотреть сплавы системы Al-Zn-Mg, с добавлением эвтектикообразующего кальция вместо дорогостоящего никеля.

На первом этапе работы исследовали двойные сплавы системы Al-Ca. Сплавы эвтектического состава находятся в области между 7 и 8 % Ca. Сплавы эвтектического состава отжигали по разным режимам - от 450 до 600 °С, с выдержками по 3 часа на каждой ступени. При температурах свыше 500 °С, наблюдалась заметная фрагментация частиц эвтектических фаз, а ближе к 600 °С их коагуляция. Значения твердости, при этом, закономерно падают от 100 НВ в литом состоянии до 60 НВ в отожженном при 600 °С. Исследование двойных сплавов показало, что эвтектика (Al)+Al<sub>4</sub>Ca в достаточной мере дисперсна и способна к заметному формоизменению при отжиге.

Следующим этапом работы было исследование сплава Al - 7,9 % Zn - 2,6 % Mg - 3,5 % Ca. Выбор экспериментального состава был основан на данных работы [5] Твердость сплава в литом состоянии заметно выше, чем у двойного за счет того, что алюминиевый твердый раствор упрочнен Zn и Mg. При отжигах от 450 до 560 °С эвтектические фазы фрагментируют и коагулируют, но заметного уменьшения твердости не наблюдается.

Для исследования влияния режимов старения на твердость сплава Al - 7,9 % Zn - 2,6 % Mg - 3,5 % Ca, он был закален с 540 С (выдержка 3 часа). После закалки его твердость составила 90 НВ. Выдержки при старении варьировались от 100 С до 240 °С. Максимальные значения твердости были достигнуты после старения при 160 °С в течение 3 часов. Она составила около 153 НВ. После выдержек при более высоких температурах происходит существенное разупрочнение, что обусловлено огрублением вторичных выделений фазы Al<sub>2</sub>Mg<sub>3</sub>Zn<sub>2</sub>.

## Литература

1. Алюминий. Свойства и физическое металловедение: Справоч. изд. *Энтони У.У., Элиот Ф.Р., Болл М.Д.* / под ред. Дж.Е.Хэтча. Пер. с англ. М., Металлургия, 1989, 324 с.
2. *Золоторевский В.С., Белов Н.А.* Металловедение литейных алюминиевых сплавов - М.: МИСиС, 2005, 376 с.
3. *Белов Н.А., Золоторевский В.С.* Литейные сплавы на основе алюминий-никелевой эвтектики (никалины) как возможная альтернатива силуминам // Цветные металлы, 2003, №2, С.99-105.
4. *Е.А. Наумова.* Исследование структуры и свойств жаропрочных литейных сплавов на основе системы алюминий-церий // Технология легких сплавов, №1, 2001 г.
5. *Н.А.Белов.* Высокопрочный сплав на основе алюминия с добавкой кальция. Патент РФ № 2478132, публ. 27.03.2013, бюл.№ 9.