

УДК 669.715

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕФОРМИРОВАННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ОТЛИВОК ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Al-Ca

Новиков Андрей Александрович⁽¹⁾, Наумова Евгения Александровна⁽²⁾,
Никитин Борис Константинович⁽³⁾

*Студент 4 курса⁽¹⁾, доцент кафедры⁽²⁾,
кафедра «Материаловедение,
заведующий лабораторией⁽³⁾,
кафедра «Оборудование и технология прокатки»
Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана*

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

Алюминиевые сплавы удачно сочетают в себе самые разные качества, такие как лёгкость, прочность, технологичность, умеренная цена и другие [1,2]. Благодаря этому их использование неуклонно расширяется.

Сплавы на основе алюминиево-кремниевой эвтектики (силумины) самые распространенные среди всех литейных сплавов на основе цветных металлов. Однако уровень прочностных свойств, достигнутый на силуминах, является предельным и не может быть повышен [3]. В связи с этим, весьма актуальны исследования по поиску новых систем легирования литейных алюминиевых сплавов.

Авторы этой публикации рассматривают кальций, как основной легирующий компонент литейных алюминиевых сплавов. Кальций формирует эвтектику, которая значительно дисперснее эвтектики в силуминах. Это позволяет реализовать наилучшее сочетание технологичности и механических свойств. Скандий вводится для упрочнения алюминиевого твердого раствора (далее (Al)). Добавка скандия способствует формированию наночастиц фазы Al_3Sc , которые позволяют добиться существенного упрочнения.

Значительный интерес представляет возможность получения сплавов, сочетающих высокие литейные свойства из-за наличия в структуре большой доли эвтектических фаз (в эвтектическом сплаве Al-7,6%Ca объемная доля частиц Al_4Ca составляет около 33%, это примерно в 3 раза больше, чем количество кремниевых частиц в силуминах) и способность хорошо деформироваться. Увеличить пластичность литой дисперсной эвтектической структуры можно с помощью отжига, при котором частицы интерметаллидов дробятся, а затем сфероидизируют.

В 70-80-е годы прошлого века были исследованы сплавы системы Al-Ca-Zn и обнаружена их способность к сверхпластической деформации [4], а авторы работы [5] успешно деформировали образцы сплавов этой системы методом штамповки с кручением.

Целью этой работы было изучение поведения нескольких экспериментальных композиций на основе системы Al-Ca в процессе горячей прокатки.

Были испытаны следующие экспериментальные сплавы: Al-4Ca-0,3Sc-3Mg, Al-4Ca-0,3Sc-10Mg, Al-4Ca-0,3Sc-10Zn, Al-4Ca-0,3Sc-5Cu, Al-4Ca-0,3Sc-4Ni, Al-4Ca-0,3Sc-1Mn. В структуре всех сплавов содержится большое количество эвтектики (Al)+ Al_4Ca . После отжига при 500°C в течение 3 часов частицы Al_4Ca принимают округлую форму и равномерно распределяются в (Al).

Термообработку отливок проводили в муфельных электрических печах SNOL 8,2/1100 с точностью поддержания температуры около 5 К. Твердость по Бринеллю определяли в соответствии с ГОСТ 9012-59 на твердомере DuraVision-20/200/250 при следующих параметрах: шарик- 2,5 мм, нагрузка- 612,9 Н, время выдержки -30 с.

Микроструктуру литых и термообработанных образцов изучали на оптическом микроскоп Olympus GX51 (ОМ). Для приготовления шлифов применяли механическую полировку с последующим травлением в реактиве Келлера.

Горячую прокатку осуществляли при температуре 450°C на лабораторном стане 260. Тип стана Дуо, реверсивный, максимальная ширина проката 250мм, скорость прокатки 0,2 м/с. Исходные заготовки - плоские отливки с размерами 10x15x180 мм.

Степень деформации после прокатки составляла от 10 до 50% (задаваемое расстояние между валками от 13,2 до 2,4 мм, соответственно). Максимальная общая деформация не разрушившихся образцов составила 83-84%.

После первого прохода с обжатием 10% образцы сплавов Al-4Ca-0,3Sc-3Mg, Al-4Ca-0,3Sc-10Mg полностью разрушились. После обжатия в 40% появились боковые трещины у образцов сплавов Al-4Ca-0,3Sc-5Cu и Al-4Ca-0,3Sc-4Ni. После прокатки с обжатием 50% треснул образец из сплава Al-4Ca-0,3Sc-4Ni. Сплавы Al-4Ca-0,3Sc-10Zn, Al-4Ca-0,3Sc-5Cu и Al-4Ca-0,3Sc-1Mn не разрушились, общая степень деформации этих сплавов составила около 80%.

Заключение

В результате испытаний установлено, что наилучшим образом воспринимают горячую пластическую деформацию сплавы Al-4Ca-0,3Sc с добавками Zn, Cu и Mn. В структуре деформированных образцов интерметаллиды имеют меньшие размеры, чем в структуре до деформации. Это, вероятно, связано с многократными повторами процессов нагрев-деформация, в результате чего интерметаллиды дополнительно дробятся и округляются. В процессе охлаждения с температуры прокатки структура, по-видимому, становится полностью рекристаллизованной, поскольку значения твердости образцов до и после прокатки почти одинаковы.

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. *Polmear I.J.* Light Metals : From Traditional Alloys to Nanocrystals. 4th edition. Elsevier, 2006. 421 p.
3. *Энтони У.У., Элиот Ф.Р., Болл М.Д.* Алюминий. Свойства и физическое металловедение: Справоч. изд. / под ред. *Дж.Е.Хэтча* Пер.с англ. М., Металлургия, 1989, 324 с.
4. *Ильенко В.М.* Кандидатская диссертация.: МИСиС, 1985
5. *Н.А. Белов, В.И.Титов,* «Влияние кальция на структуру и упрочнение алюминиевых сплавов, легированных цинком и магнием», Цветные металлы, 2008, № 12 , С.64-67.