

V. N. Saunin, S. V. Telegin, V. P. Kovalkova

QUASI CRYSTALS, PROSPECTS OF USING, WAYS OF PRODUCTION

The properties of quasi crystal material structure are described. The term «quasi crystal» is defined. The application area and synthesis method of quasi crystal structure is given. The plasma spaying synthesis method is the most perspective one.

Key words: quasi crystal, structure, plasma spaying.

УДК 669.2.017:620.18

Ф. В. Гречников, Е. А. Носова, О. Г. Савельева

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ДЕФОРМАЦИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ФАЗ В СПЛАВАХ АМГ10 И Д16

Рассмотрен характер изменения степени деформации зерна и вторичных включений в зависимости от различных режимов термической обработки сплавов систем Al – Mg и Al – Cu на различных участках очага пластической деформации.

Ключевые слова: деформация зерна, термическая обработка, вторичные включения.

Развитие промышленности требует получения особых свойств в высокотехнологических конструкциях, что приводит к созданию специальных материалов, в том числе удовлетворяющих требованиям машиностроителей и технологов. На сегодняшний день перспективным направлением создания наноматериалов является интенсивное деформирование сплавов в сочетании с разработкой режимов предварительного и последующего термического воздействия. Алюминиевые сплавы по структуре [1] остаются одними из наиболее популярных конструкционных материалов как в авиации и ракетостроении, так и в общем машиностроении, строительстве и других отраслях промышленности. Получение заданных свойств в алюминиевых сплавах при возникновении субмелкозернистой структуры и моделирование процессов их пластической деформации требуют знания поведения свойств структурных составляющих, образующих структурно-фазовый состав материала. Так как характер пластической деформации напрямую зависит от вида термической обработки, необходимо установить характер пластической деформации в твердом растворе и отдельных фазах сплава в зависимости от режимов термической обработки [2].

Для исследования были выбраны сплавы системы Al–Mg (АМГ10) и системы Al–Cu (Д16). Выбор исследуемых сплавов основан на сходстве фазового состава сплавов. Сплавы Д16 и АМГ10 при комнатной температуре имеют двухфазный состав: сплав АМГ10 – $\alpha + \theta$, сплав Д16 – $\alpha + \beta$ [3]. Для исследования структуры сплавов после различных режимов термической обработки использовались пятикратные плоские образцы, отвечающие ГОСТ 1497–84 на механические испытания. На образцах делались засечки с расстоянием 5 мм (на каждом образце получилось по 8 засечек) (рис. 1) для дальнейшего наблюдения изменений формы, размера зерен и включений в структуре сплавов как в очаге деформаций, так и на участках без деформации.

Затем из образцов изготавливали шлифы. По фотографиям со структурой образцов (рис. 2, 3) при различном состоянии поставки осуществлялся замер длины (L), ширины (B) зерен и включений на каждом размеченном участке.

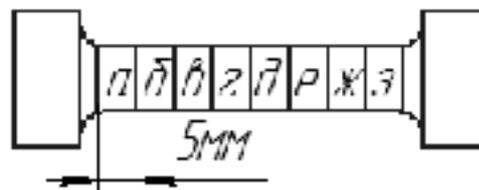


Рис. 1. Сечения на цилиндрическом образце

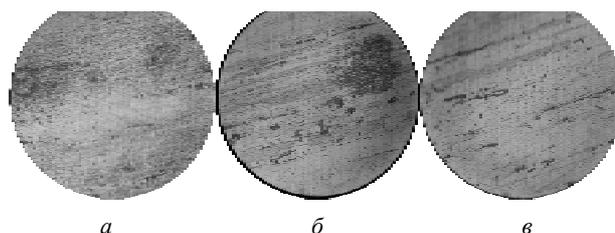


Рис. 2. Микроструктура образца сплава Д16 в сечении, соответствующем очагу деформации (г): а – отожженное состояние, б – в закаленное и состаренное состояние, в – закаленное и перестаренное состояние

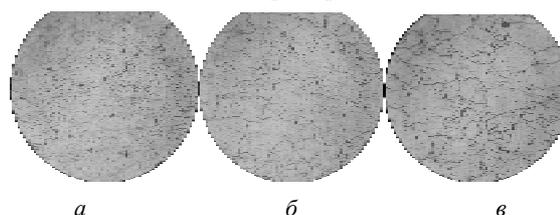


Рис. 3. Микроструктура образца сплава АМГ10 в сечении, соответствующем очагу деформации (г): а – отожженное состояние, б – в закаленное и состаренное состояние, в – закаленное и перестаренное состояние

Анализ микроструктуры сплавов АМг10 и Д16 показал, что сплав Д16 обладает меньшим размером зерна, чем сплав АМг10. При этом β-фаза в сплаве АМг10 выделяется в основном по границам зерен, в то время как Д16 θ-фаза распределяется по всей площади зерна.

Результаты замеров для образцов приведены в виде графиков (рис. 4–9).

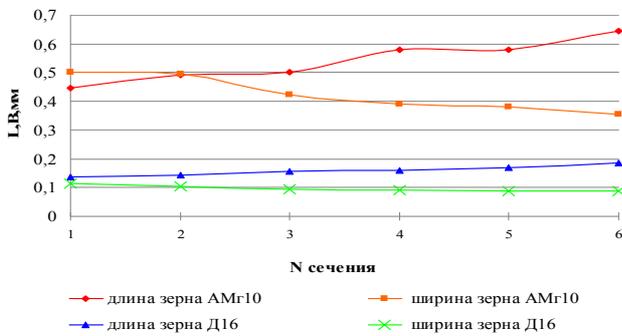


Рис. 4. Изменение размера зерен в каждом сечении отожженного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

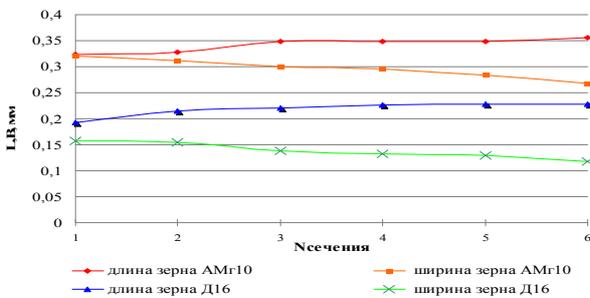


Рис. 5. Изменение размера зерен в каждом сечении закаленного и состаренного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

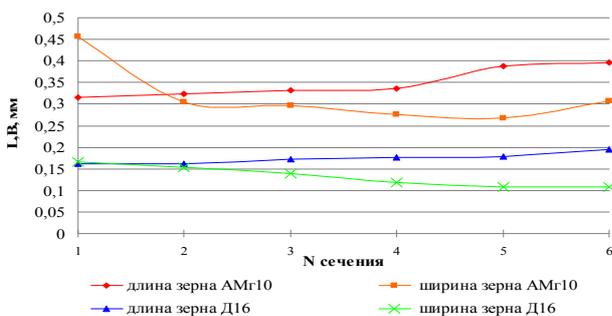


Рис. 6. Изменение размера зерен в каждом сечении закаленного и перестаренного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

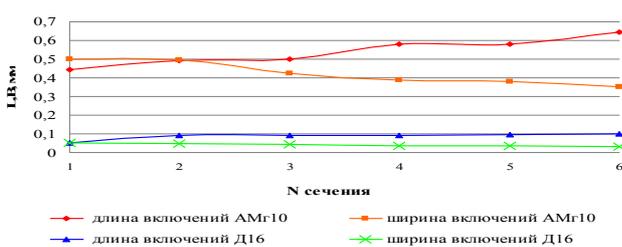


Рис. 7. Изменение размера включений в каждом сечении отожженного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

Далее по полученным данным определялась степень деформации зерен и включений в каждом сечении, а также средняя степень деформации образца (по формулам 1 и 2 соответственно) для установления межзеренного проскальзывания при деформировании:

$$\varepsilon = \frac{a_k - a_0}{a_0} 100 \%, \quad (1)$$

где a_0 – начальный размер зерен и включений в продольном и поперечном направлениях, см; (L_0, B_0); a_k – конечный размер зерен и включений в продольном и поперечном направлениях, см; (L_k, B_k); ε – деформация зерен и включений в продольном и поперечном направлениях, %; ($\varepsilon_L, \varepsilon_B$).

$$\varepsilon_{\text{ср.обр}} = \frac{l_k - l_0}{l_0} 100 \%, \quad (2)$$

где l_0 – начальная длина образца, мм; l_k – конечная длина образца, мм; $\varepsilon_{\text{ср.обр}}$ – средняя деформация образца, %.

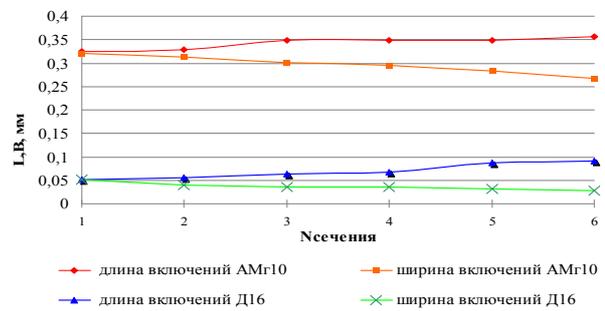


Рис. 8. Изменение размера включений в каждом сечении закаленного и состаренного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

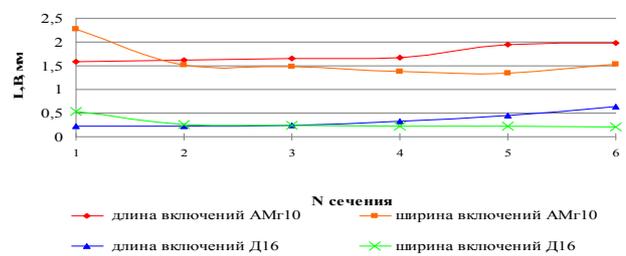


Рис. 9. Изменение размера включений в каждом сечении закаленного и перестаренного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

Результаты расчетов представлены в виде графиков (рис. 10–12).

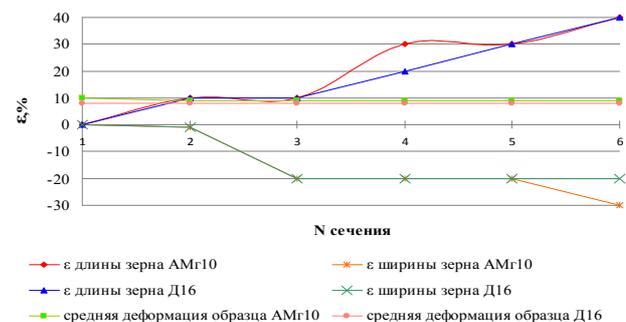


Рис. 10. Деформация зерен по сечениям отожженного образца сплавов Д16 и АМг10 после одноосного растяжения

Результаты данных при анализе графиков зависимости размера зерна в продольном и поперечном направлениях от номера сечения показал, что у сплава Д16 в отожженном состоянии значение предельной деформации зерна составляет 60 %, включений 150 %; в закаленном и состаренном состоянии деформация длины зерна 114 %, а включений 46 %; в закаленном и перестаренном состоянии деформация длины зерна 118 %, включений 82 %. В сплаве АМг10 в отожженном состоянии предельная деформация длины зерна составляет 40 %, а включений 120 %; в закаленном и состаренном состоянии деформация длины зерна 60 %, а включений 40 %; в закаленном и перестаренном состоянии деформация зерна 80 %, а включений 180 %.

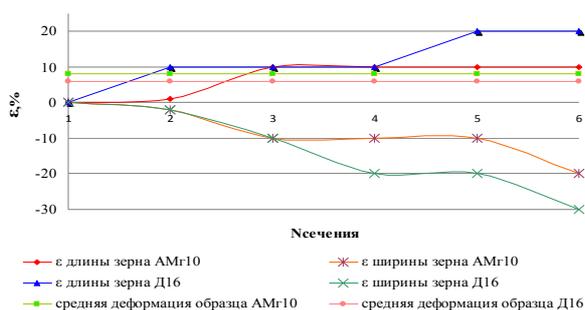


Рис. 11. Деформация зерен по сечениям закаленного и состаренного образца сплавов Д16 и АМг10 после одноосного растяжения

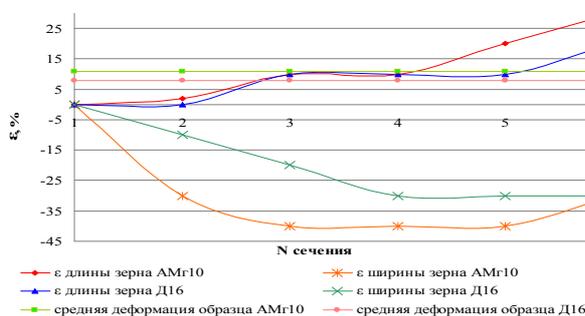


Рис. 12. Деформация зерен по сечениям закаленного и перестаренного образца сплавов Д16 и АМг10 после одноосного растяжения

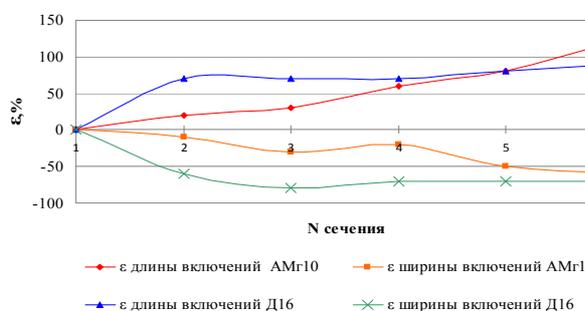


Рис. 13. Деформация включений по сечениям отожженного образца сплавов Д16 и АМг10 после одноосного растяжения

На фотографиях микроструктур образцов видно, что Д16 обладает меньшим зерном, чем АМг10. При старении в фаза в сплаве АМг10 выделяется в основном по

границам зерен, в то время как у Д16 и фаза распределяется по всей площади зерна.

Результаты зависимости деформации фаз сплавов Д16 и АМг10 (рис. 10–15) показывают, что деформация зерен (или α-твердого раствора) равномерно увеличивается по всему сечению образца, приближаясь к очагу деформации, где начинается область разрушения и увеличивается наиболее интенсивно. Деформация включений как в долевом, так и в поперечном направлении имеет большие значения, поскольку их размер на порядок меньше, чем у твердого раствора.

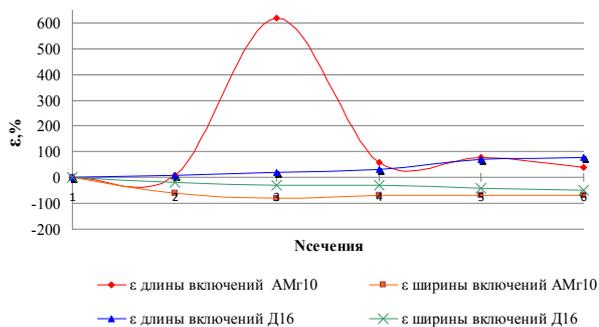


Рис. 14. Деформация включений по сечениям закаленного и состаренного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

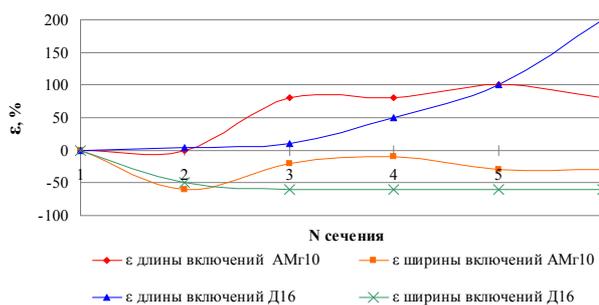


Рис. 15. Деформация включений по сечениям закаленного и перестаренного образца сплавов АМг10 и Д16 после одноосного растяжения

Анализ характеристик деформации показал, что в процессе испытаний на растяжение проскальзывание зерен по границам отсутствовало, следовательно, в процессе деформирования осуществлялся механизм скольжения зерен по всему участку образца, приближаясь к очагу деформаций. Этим можно объяснить удлинения зерен сплава. Большие значения степени деформации включений объясняются тем, что их размеры на порядок меньше размеров зерна сплава. Степени деформации во многом зависят от состояния поставки сплава.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке прикладных программ моделирования процессов обработки металлов давлением с учетом реальной структуры.

Библиографический список

1. Структура, фазовые превращения и свойства нанокристаллических сплавов. Екатеринбург : УрО РАН, 1997. 159 с.

2. Материаловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : учебник для вузов / Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : МИСИС, 1999. 410 с.

3. Структура и свойства алюминиевых сплавов : пер. с англ. / Л. Ф. Мондольфо. М. : Металлургия, 1979. 640 с.

F. V. Grechnikov, E. A. Nosova, O. G. Savelyeva

HEAT TREATMENT EFFECT ON THE SEPARATE PHASES DEFORMATIONS IN ALLOY ALMG10 AND ALCU4MG1.5

The nature of the deformation degree change of grain and secondary inclusions depending on different modes of the heat treatment in different areas of plastic deformation centre is considered.

Keywords: deformation grain the heat treatment, secondary inclusions.

УДК 546.26

Е. А. Гончарова, В. Г. Исакова, Е. В. Томашевич, Г. Н. Чурилов

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИГИДРОКСИЛИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРА

Рассматривается синтез водорастворимых полигидроксилированных фуллеренов с использованием в качестве прекурсоров смесей, содержащих фуллерен и наночастицы железа. Показано, что наночастицы железа являются катализатором процесса гидроксилирования фуллеренов, что позволяет осуществить гидролиз в воде и таким образом избежать нежелательное применение гидроксида натрия в качестве источника гидроксильных групп, вызывающего агломерацию фуллеренолов.

Ключевые слова: фуллеренол, гидроксилирование, наночастицы железа.

Одними из наиболее перспективных водорастворимых производных фуллеренов с точки зрения применений в биомедицине являются фуллеренолы (полигидроксилированные фуллерены). Важнейшим из фундаментальных свойств фуллеренолов является их антиоксидантная активность, они во много раз эффективнее широко используемых в медицине антиоксидантов, таких как витамины С и Е. Способность фуллеренола $C_{60}(OH)_x$ ($x > 16$) проявлять свойства ловушек для свободных радикалов была продемонстрирована в опытах *in vitro in vivo* [1].

Число OH-групп, присоединенных к молекуле фуллерена, влияет на его растворимость в воде. Необходимой для практического использования растворимостью обладают производные с 16 и более гидроксильными группами.

Большинство методов, использующихся для получения водорастворимых фуллеренолов, основаны на прямом взаимодействии фуллеренов со щелочью в присутствии катализатора, или на получении производных фуллеренов с последующей обработкой щелочью. Так, в работе [2] гидролизом полинитрофуллеренов ($C_{60}(NO_2)_n$) в водном растворе NaOH были получены фуллеренолы с 16 гидроксильными группами с небольшим общим выходом. В работах [3–5] сообщается о реакции фуллерена с тетрафтороборатом нитрониума в присутствии аренокарбоновой кислоты в безводной среде. В [6] описан ме-

тод синтеза фуллеренолов взаимодействием фуллерена с водным раствором NaOH в присутствии гидроксида тетрабутиламмония в качестве катализатора, в работе [7] вместо гидроксида тетрабутиламмония использовался полиэтиленгликоль 400. В работе [8] фуллеренол $C_{60}(OH)_{22}$ синтезирован в щелочной среде замещением атомов брома в $C_{60}Br_{24}$.

Данная работа посвящена синтезу водорастворимых фуллеренолов с применением наноразмерных частиц железа в качестве катализатора процесса гидроксилирования.

Исходный материал – это углеродный конденсат, образующийся при распылении в электрической дуге ВЧ – тока графитовых стержней, содержащих порошок железа (рис. 1) [9]. Рефлексы, соответствующие отражению от плоскостей 111, 220, 311 гранцентрированной решетки фуллерена ($2\theta = 10,75, 17,59, 20,66$ соответственно), проявляются на фоне гало от ультрадисперсной сажи, в присутствии сигнала, соответствующего отражению от плоскости 100 гексагональной решетки графита ($2\theta = 26,40$). Кроме того, присутствуют рефлексы, соответствующие отражению от плоскостей 110, 200 и 211 ($2\theta = 44,71, 65,08, 82,42^\circ$) объемно-центрированной решетки α -Fe, и, таким образом, железо сохраняет металлическую форму. Уширенные рефлексы свидетельствуют о высокой дисперсности частиц железа, размер кристаллитов железа, оцененный по формуле Шеррера, составляет 10 нм.