

УДК 620.172

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРНА, ФАЗОВОГО СОСТАВА И ТЕКСТУРЫ НА УРОВЕНЬ СТРУКТУРНОЙ ЭНТРОПИИ ДЕФОРМИРУЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

© Селиверстова Н.В., Носова Е.А.

e-mail: lukonina.natalya@inbox.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

При оптимизации процесса штамповки актуальным является установление закономерностей формирования однородной зеренной структуры. Однородность структуры листовых полуфабрикатов определяет их способность к операциям листовой штамповки. Характеристикой однородности структуры может служить уровень энтропии. Уровень энтропии влияет на повышение плотности, твёрдости, прочности, коррозионной стойкости материалов [1-2].

Однако структура, а, следовательно, и структурная (или конфигурационная) энтропия в процессе обработки сплавов, например, пластической деформации и термической обработки может изменяться [3-4].

Изменение структурной энтропии можно оценить с помощью измерения энергии, поглощённой или рассеянной материалом в процессе структурных изменений. Колбасниковым Н.Г. предложен подход для оценки изменения структурной энтропии на основании результатов стандартных испытаний на одноосное растяжение [5].

Предлагаемая работа представляет результаты обработки диаграмм растяжения алюминиевых сплавов АМг2 и АМг6, АД0 и Д16 после холодной пластической деформации и рекристаллизационного отжига. Показана связь между изменением зеренной структуры, фазового состава указанных сплавов и структурной энтропии. Подробно изложена методика расчёта структурной энтропии на основании диаграмм растяжения.

В качестве исходных заготовок применяли алюминиевые сплавы АМг2 и АМг6, АД0 и Д16 в виде листовых заготовок толщиной 1,5...2 мм. Отжиг образцов из сплава АМг2 и АМг6 после холодной прокатки со степенью обжатия 20% проводили при температурах 250, 350, 450°C в течение 30 минут. Отжиг образцов из сплава АД0 и Д16 после холодной прокатки со степенью обжатия 20% проводили при температурах 500 °С и 420°C соответственно в течение 3 - 33 минут. Продолжительность отжига рассчитывали по методике для условия статической рекристаллизации [5].

Для установления механических свойств и расчета структурной энтропии образцы подвергали испытаниям на одноосное растяжение по ГОСТ 1497.

Микроструктуру поверхности образцов вдоль направления проката после травления исследовали на оптическом микроскопе.

В результате были получены графики зависимости размера зерна в сплавах АМг2 и АМг6 от температуры отжига, изменения структурной энтропии при температурах отжига 250 °С, 350 °С, 450 °С, а также графики зависимости структурной энтропии образцов из сплавов АД0 и Д16 от продолжительности выдержки при отжиге.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что увеличение температуры отжига листовых образцов из сплавов АМг2 и АМг6 приводит к повышению размера зерна и изменению его однородности. Сплав АМг6 имеет более

мелкозернистую структуру, чем сплав АМг2. Различие в размере зерна возрастает с увеличением температуры отжига.

Также выявлено, что структурная энтропия у сплавов АМг2 и АМг6 снижается по мере увеличения температуры отжига. При этом начальный уровень конфигурационной энтропии, рассчитанный по химическому составу сплавов, имеет более высокие значения у более легированного сплава АМг6. Но выявлено, что изменение структурной энтропии выше у сплава АМг2. Также изменение структурной энтропии с ростом температуры отжига более выражено у сплава АМг2, чем у сплава АМг6. Отсюда следует, что в сплавах АМг2 и АМг6 увеличение размера зерна приводит к уменьшению структурной энтропии.

В сплавах АД0 и Д16 при увеличении продолжительности выдержки при отжиге образцов наблюдается увеличение структурной энтропии. Причем значения структурной энтропии образцов из сплава Д16 значительно больше значений структурной энтропии образцов из сплава АД0. Это связано с высоким содержанием легирующих элементов в составе сплава Д16, которые повышают неоднородность структуры, в том числе за счёт образования дисперсных фаз.

Библиографический список

1. Qiu, X. Microstructure, hardness and corrosion resistance of Al₂CoCrCuFeNiTi_x high-entropy alloy coatings prepared by rapid solidification [Text]/ X. Qiu. - Journal of Alloys and Compounds, 735, 2018. - 359-364 p.
2. Alanemea, K. K., Bodunrina, M. O., Oke, S. R. Processing, alloy composition and phase transition effect on the mechanical and corrosion properties of high entropy alloys: a review [Text]/ K. K. Alanemea, M. O. Bodunrina, S. R. Oke. - Journal of Materials Research and Technology, 5(4), 2016. - 384–393 p.
3. Moon, J., Bae, J. W., Jang, M. J., Baek, S. M., Yim, D., Lee, B. J., Kim, H. S. Effects of homogenization temperature on cracking during cold rolling of Al_{0.5}CoCrFeMnNi high-entropy alloy [Text]/ J. Moon, J. W. Bae, M. J. Jang, S. M. Baek, D. Yim, B. J. Lee, H. S. Kim. - Materials Chemistry and Physics, 210, 2018. - 187-191 p.
4. Pohan, R.M., Gwalani, B., Lee, J., Alam, T., Hwang, J.Y., Ryu, H.J., Banerjee, R., Hyung Hong, S. Microstructures and mechanical properties of mechanically alloyed and spark plasma sintered Al_{0.3}CoCrFeMnNi high entropy alloy [Text]/ R. M. Pohan, B. Gwalani, J. Lee, T. Alam, J.Y. Hwang, H. J. Ryu, R. Banerjee, S. Hyung Hong. - Materials Chemistry and Physics 210, 2018. - 62-70 p.
5. Колбасников, Н. Г. Теория обработки металлов давлением. Физические основы прочности и пластичности [Текст]/ Н. Г. Колбасников. - Издательство Санкт-Петербургского политехнического университета, 2004. - 307 с.
6. Nosova E., Grechnikov F., Lukonina N. Research of structural entropy of sheet aluminium alloys depending on annealing temperature [Text]/ E. Nosova, F. Grechnikov, N. Lukonina. - MATEC Web of Conferences, 2018. - Vol. 224.