

ВЛИЯНИЕ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ IV-V ГРУПП НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКВИАТОМНЫХ АЛЮМИНИЙ-МАРГАНЕЦ-ХРОМ- ЖЕЛЕЗО-СОДЕРЖАЩИХ СПЛАВОВ

Журавлев В.В.¹, Красиков С.А.¹

¹) Институт металлургии УрО РАН, 620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 101
E-mail: zhvv11@mail.ru

THE INFLUENCE OF RARE ELEMENTS OF GROUP IV-V ON THE MECHANICAL AND PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF EQUIATOMIC ALUMINUM-MANGANESE-CHROMIUM-IRON-DERIVED ALLOYS

Zhuravlev V.V.¹, Krasikov S.A.¹

¹) Institute of Metallurgy, Ural Branch of RAS, 620016, Yekaterinburg, ul. Amundsen, 101

A literature review of the existing alloy in the Al-Cr-Mn-Fe system to produce highly entropic alloys was performed. An experiment is planned to create a highly entropic system Al-Cr-Mn-Fe- (Ti, Zr, V, Nb, Ta).

Металлические многокомпонентные высокоэнтропийные сплавы предполагают новый класс материалов с высокой энтропией смешения элементов, что рассматривается как мера вероятности сохранения устойчивости такой системы в данном состоянии. Это обеспечивает повышенную термическую стабильность фазового состава и структурного состояния, а, следовательно, и механических, физических и химических свойств сплава. В высокоэнтропийных сплавах, с одной стороны, есть возможность образования и сохранения многоэлементного твердого раствора замещения как непосредственно после кристаллизации высокоэнтропийного сплава, так и при последующей термомеханической обработке, а с другой – в твердом состоянии сплав приобретет уникальные сочетания физико-механических характеристик.

Высокоэнтропийные сплавы (ВЭСы) обычно включают 5–10 элементов ($\Delta S_{\text{mix}} = 13\text{--}19$ Дж/моль·К), которые находятся, как правило, в эквиатомном соотношении. Их главные отличительные особенности заключаются в разнородности электронного строения атомов элементов и их размеров, термодинамических свойств, что приводит к существенному искажению в кристаллической решетке твердого раствора замещения. Сочетание перечисленных факторов способствует значительному упрочнению твердого раствора и термодинамической стабильности его свойств [1].

Анализ известных литературных источников показал, что свойства высокоэнтропийных сплавов, где основными элементами были Cr, Fe, Co, Ni [2, 3] характеризуются уникальными физико-механическими характеристиками. Данных, где при создании высокоэнтропийных металлических композиций используются, например, V, Nb, Ta, Ti, Mo, W не обнаружено. В этой связи, представляется

перспективным изучение влияния тугоплавких редких элементов (Ti, Zr, V, Nb, Ta) на свойства систем, где основа композиции состоит из алюминия, хрома, марганца и железа. Из выбранных элементов только Al имеет структуру ГЦК, другие элементы в чистом виде обладают ОЦК кристаллической решеткой. Но Al способен растворяться в ОЦК-металлах, что предполагает большую вероятность образования в выбранной композиции однофазной ОЦК-структуры.

Таким образом, эквиатомные или высокоэнтропийных сплавы Al-Cr-Mn-Fe (Ti, Zr, V, Nb, Ta) могут представлять интерес для синтеза новых материалов с повышенными физико-механическими свойствами.

1. Новый класс материалов – Высокоэнтропийные сплавы и покрытия / С.А. Фирстов, В.Ф. Горбань, Н.А. Крапивка, Э.П. Печковский // Вестник ТГУ, 2013. N.18 вып.4. – 1938 с.

2. Nanoindentation behavior of high entropy alloys with transformation-induced plasticity / Sinha S., Mirshams R.A., Wang T.a, Nene S.S., Frank M., Liu K., Mishra R.S. // Scientific Reports 2019, Volume 9, Issue 1, № 6639.

3. Influence of composition and as-cast structure on the mechanical properties of selected high entropy alloys / D. Mitrica, M.T. Olaru, V. Dragut, C. Predescu, A. Berbecaru, M. Ghita, I. Carcea, M. Burada, D. Dumitrescu, B.A. Serban, I.C. Banica // Materials Chemistry and Physics 2020, Volume 242.