

УДК 669-117

**Г. А. Салищев\***

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Белгород

\*salishchev@bsu.edu.ru

## ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫЕ СПЛАВЫ — ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА

Высокоэнтروпийные сплавы — сплавы, содержащие несколько основных элементов, близких к эквимольной концентрации. Рассматриваются принципы и алгоритмы прогнозирования новых сплавов, особенностей их структуры и физико-механических свойств. Показаны возможности получения более высокого уровня свойств по сравнению с традиционными сплавами.

*Ключевые слова:* высокоэнтропийный сплав, энтропия смешения, термодинамика, структура, свойство.

**G. A. Salishchev**

## HIGH ENTROPY ALLOYS — DEVELOPMENT, STRUCTURE AND PROPERTIES

High-entropy alloys — alloys containing several basic elements close to equimolar concentration. The report discusses the principles and algorithms for predicting new alloys, the features of their structure and physico-mechanical properties. The possibilities of obtaining a higher level of properties in comparison with traditional alloys are shown.

*Key words:* high-entropy alloy, entropy of mixing, thermodynamics, structure, property.

**О**бычный подход к созданию нового конструкционного материала заключается в выборе основного элемента, к которому для получения желаемой комбинации физико-механических и/или технологических свойств добавляются дополнительные элементы. Однако возможен и другой путь в создании новых материалов, базирующийся-

ся на том, что сплав содержит несколько основных элементов с примерно равным эквимолярным содержанием [1, 2]. Из-за высокой величины конфигурационной энтропии, присущей таким системам, они были названы «высокоэнтропийными» (ВЭС). Обычно основу структуры ВЭС составляют ОЦК, ГЦК или ГП-фазы, представляющие собой многокомпонентные твердые растворы. Полагают, что такие высококонцентрированные твердые растворы обладают иными, зачастую лучшими свойствами, чем сплавы, созданные на основе одного элемента. Легирование дополнительными элементами может приводить как к твердорастворному, так и дисперсионному упрочнению. ВЭС по сути своей представляют не до конца исследованные сплавы, располагающиеся в центральной части концентрационного треугольника.

Разработка ВЭС представляет значительный практический интерес и требует дальнейшего развития ряда фундаментальных задач в материаловедении: прогнозирования диаграмм состояния многоэлементных систем, предсказания стабильных фаз и их термодинамических свойств, принципов и алгоритмов поиска новых сплавов, исследований связи их структуры и физико-механических свойств.

В работе дается обзор литературных данных и собственных результатов автора, касающихся особенностей термодинамики, структуры, стабильности ВЭС. Показано, что такие материалы обладают рядом специфических механических свойств: высокой прочностью, в том числе при криогенных и экстремально высоких температурах, твердостью, износостойкостью и термостабильностью, а сплавы некоторых композиций — высокой пластичностью и вязкостью.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (Соглашение № 19–79–30066) с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Технологии и Материалы НИУ «БелГУ».*

### **Литература**

1. Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principal Elements: Novel Alloy Design Concepts and Outcomes / J.-W. Yeh [et al.] // Adv. Eng. Mater. 2004. V. 6 (5). P. 299–303.
2. Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys / B. Cantor [et al.] // Mater. Sci. Eng. 2004. V. 375–377. P. 213–218.