

получены синтетические сплавы, соответствующие по химическому составу сплавам АК9 и АК9М2 (ГОСТ 1583-93). Исследованы механические и технологические свойства синтетических сплавов. Результаты проведенных испытаний показали, что сплавы, синтезированные из АМК, не уступают по механическим и технологическим свойствам сплавам, полученным по традиционной технологии сплавления алюминия с кристаллическим кремнием. При этом предел прочности и относительное удлинение синтетических сплавов, полученных из АМК на основе системы Al-SiO<sub>2</sub>, выше на 6,5–20% и 47–68%, соответственно, по сравнению со сплавами, полученными по традиционной технологии сплавления алюминия с кристаллическим кремнием.

Разработана технологическая схема синтеза высококремнистых лигатур с содержанием кремния свыше 25 % мас. из АМК системы Al-SiO<sub>2</sub> с использованием лома сплавов на основе алюминия и формовочного кварцевого песка.

УДК. 536:669:621.762

**Е. Г. Афтандиянц, К. Г. Лопатько**

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

## **ТЕРМОДИНАМИКА ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ**

Закономерности фазовых превращений в материалах определяются, в основном, двумя интегральными факторами - изменением свободной энергии системы, определяющим последовательность структурных состояний, и кинетикой процесса, коротая, характеризуется скоростью зарождения центров новых фаз и их роста.

Свободная энергия металлических материалов состоит из свободных энергий их объемов, поверхности, дефектов строения (вакансии, дислокации и дефекты упаковки), деформаций и напряжений, изменения химического состава и растворения примесных элементов, электрического заряда и магнитного поля.

Вклад поверхности в изменение свободной энергии материала определяется его формой и размером и, соответственно, увеличивается и уменьшается

при положительном и отрицательном значении радиуса кривизны. Учитывая, что на поверхности одного нанообъекта радиус кривизны может принимать как положительное, так и отрицательное значение, даже в пределах одной наночастицы на различных ее участках возможна реализация фазовых превращений как при пониженных, так и повышенных, относительно массивного материала, температурах.

Правило фаз Гиббса связывает число степеней свободы системы с числом компонентов и внешних параметров, определяющих состояние системы и для массивных материалов формулируется следующим образом: число степеней свободы  $C$  системы, на которую влияет  $N$  независимых нехимических факторов, равно числу компонентов  $K$  минус число фаз  $\Phi$  плюс число независимых переменных  $N$ :

$$C = K - \Phi + N, \quad (1).$$

При учете влияния только давления и температуры правило фаз Гиббса записывают следующим образом:

$$C = K - \Phi + 2, \quad (2).$$

Диспергирование материала приводит к увеличению энергии Гиббса и изменению растворимости в нем элементов, что аналогично влиянию температуры и давления. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем имеет следующий вид:

$$C = K - \Phi + 3, \quad (3),$$

т.е. число степеней свободы дисперсной системы, на которую влияют давление и температура, равно числу компонентов минус число фаз плюс 3.

В процессе фазовых превращений, в зависимости от величины свободных энергий исходной и образующейся нанофаз, возможно понижение, повышение и отсутствие изменения температур фазовых равновесий нанообъектов относительно идентичных массивных материалов.

Равновесие фаз в массивном материале наблюдается при равенстве их свободных энергий и характеризуется температурой равновесия. В случае, когда при переходе из массивного в наноразмерное состояние, увеличение свободной энергии исходной нанофазы 1, полностью наследуется, образующейся в результате фазового превращения нанофазой 2 наблюдается равенство температур фазового равновесия массивного материала и нанообъектов из того же материала.

Если, при переходе массивного материала в наноразмерное состояние, увеличение свободной энергии исходной нанофазы 1 больше, чем, образующейся в результате фазового превращения, нанофазы 2, то температура фазового равновесия нанообъектов по сравнению с массивными материалами уменьшается.

В случае, когда увеличение свободной энергии образующейся в результате фазового превращения нанофазы 2 больше исходной 1, то создаются термодинамические предпосылки для увеличения температуры фазового равновесия наноразмерных фаз, относительно массивного материала.

Величина изменения свободной энергии исходной и образующейся нанофазы определяется, в основном, соотношением их поверхностных энергий, формой, размером и степенью дефектности строения нанообъектов.

УДК 621.742.4

**А. В. Бабилунга, Т. В. Лысенко, И. В. Дячук**

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ ШЛИКЕРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ**

Критериями, определяющими эксплуатационную надежность точных отливок, являются качество поверхности, размерная точность, а также отсутствие газовых включений в теле отливки. Указанные параметры связаны, как правило, со взаимодействием металла с газовой атмосферой формы. В керамических малогазотворных формах на основе шликерной керамики, применяемых для изготовления сложнопрофильных отливок, основным источником газовой выделения является термический, «работающий» за счет расширения газов в порах формы при их нагреве залитым расплавом.

Математическая модель источника термического происхождения, связанного с разогревом газа в объеме порового пространства керамической формы, имеет вид [1]:

$$J_n = \frac{\left[ 1 + \frac{1}{n+1} \left( \frac{T_n}{T_H} - 1 \right) \right] \sqrt{2n(n+1)a}}{2\sqrt{t}},$$