

УДК 669.715:66.091.3

СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНОГО НАНОНАПОЛНИТЕЛЯ SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
ПОЛУЧЕНИЕ АРМИРОВАННОГО ИМ КОМПОЗИЦИОННОГО  
МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СПЛАВА АК12М2МгН

А. И. КОМАРОВ, В. И. КОМАРОВА, Д. В. ОРДА

Государственное научное учреждение  
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Алюминий-кремниевые сплавы (силумины), в последнее время достаточно широко применяемые для изготовления поршней ДВС, узлов различных отраслей промышленности, не обладают высокими механическими свойствами в связи с наличием в структуре крупных частиц железо- и медьсодержащих фаз и дендритов твердого раствора. Для улучшения структуры силуминов используют оптимизацию технологических режимов отливки, но наиболее эффективным методом улучшения структурно-фазового состояния остается их модифицирование. При этом, в последнее время в качестве модификаторов все более широкое применение получают микропорошки тугоплавких соединений (TiC, SiC,  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [1]. Большой интерес, в качестве модификаторов, представляют керамические тугоплавкие соединения наноуровня, однако применение таких модификаторов затруднено вследствие сложности введения наночастиц в расплавы и обеспечения равномерного распределения частиц в них.

В [2] предложен самопроизвольный способ синтеза композиционных тугоплавких наноструктурированных наполнителей в исходной шихте. При этом тугоплавкие керамические соединения наноуровневого диапазона синтезируются в процессе термической обработки шихты в атмосфере аммиака, водорода и хлора. В качестве исходной шихты используются микропорошки оксидов тугоплавких металлов и реакционноактивных элементов (алюминий, бор, углерод и др.). Вследствие химических реакций, протекающих между элементами базовых и химически активными компонентами микропорошков шихты, протекает синтез керамических наночастиц тугоплавких соединений (карбидов, нитридов, боридов, корунда), химически прочно связанных с базовыми порошками. Полученные предложенным способом наполнители представляют наноструктурированный порошковый композиционный материал, поскольку синтезируемые наноразмерные соединения образуются на поверхности базового порошка или на более крупных синтезируемых частицах. Входящие в них микропорошки выполняют, с одной стороны, функцию подложки, на которой протекают химические реакции образования наноразмерных керамических соединений различной природы, с другой, – носителей этих наночастиц в расплавы. На рис.1, а представлен фрагмент дифрактограммы синтезированного композиционного наполнителя на основе микропорошков SiO<sub>2</sub>, Al, C. Видно, что состав полученного модификатора представлен образовавшимися *in-situ* SiC,  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. При этом, согласно данным СЭМ, процесс газофазового осаждения резко изменяет

морфологию исходного микропорошка. Вместо крупных частиц исходного  $\text{SiO}_2$  (рис.1, б) синтезируются наночастицы  $\text{SiC}$  и  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  в виде нанотрубок и нановолокон (рис. 1, в). Синтезируемый наноструктурированный наполнитель имеет состав: 38 мас.% $\text{SiC}$  – 50 мас.%  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  – 8 мас.% $\text{C}$ .

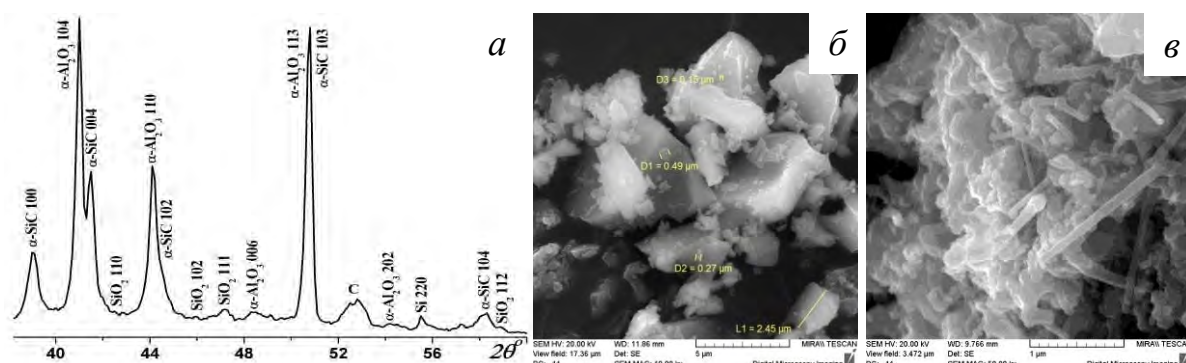


Рис. 1. Дифрактограмма (а) и СЭМ-изображение исходного  $\text{SiO}_2$  (б), нанонаполнителя  $\text{SiC}\text{-}\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  (в)

Введение 1 мас.% полученного нанонаполнителя в расплав сплава АК12М2МгН приводит к частичной сфероидизации интерметаллидных фаз (рис. 2, б). Увеличение доли  $\text{SiC}\text{-}\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  до 2 мас.% сопровождается формированием глобулизированных интерметаллидных фаз и разнонаправленной пластинчатой эвтектики (рис.2,в). Подобный эффект зарегистрирован и при армировании этого сплава наполнителем  $\text{TiC}\text{-}\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  [3].

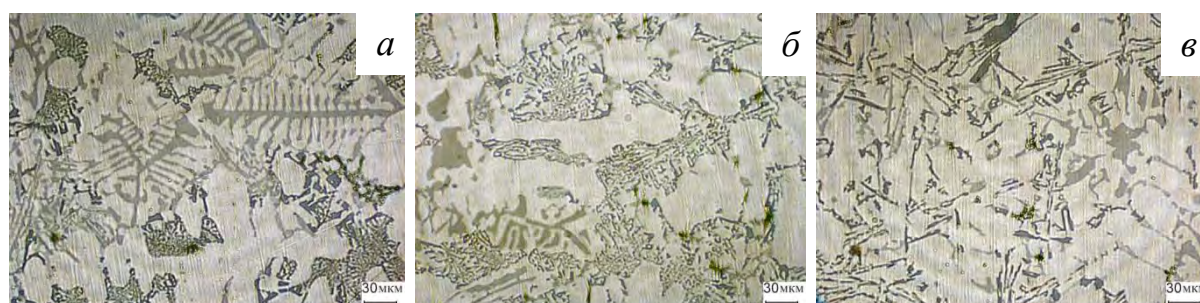


Рис. 2. Микроструктура исходного сплава АК12М2МгН: (а) и после модифицирования наполнителем  $\text{SiC}\text{-}\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ : б – 1 мас.%; в – 2 мас.%

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Verresh Kumar, G. B.** Studies on Al6061-SiC and Al7075- $\text{Al}_2\text{O}_3$  metal matrix composites / G. B. Verresh Kumar, C.S.P. Rao, N. Selvaraj, M.S. Bhagyashekar // Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering. – 2010. – Vol. 9, No. 1. – pp. 43–55.
2. **Комаров, А. И.** Синтез наноструктурированных тугоплавких наполнителей, их влияние на структуру и свойства силуминов : монография в 2 т. Перспективные технологии ; под ред. В. В. Клубовича // А. И. Комаров. – Витебск : УО «ВГТУ». – 2015. – Т. 2, гл. 12. – С. 202–223.
3. **Орда, Д. В.** Получение карбидо-корундового наноструктурированного наполнителя, его влияние на структуру и свойства композиционного материала на основе сплава АК12М2МгН / Д. В. Орда // Физико-химия и технология неорганических материалов: сб. материалов XII Российской ежегодной конф. мол. науч. сотр. и асп. (с международным участием). – М. : ИМЕТ РАН. – 2015. – С. 430–431.