

УДК 669.715:66.091.3
СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО
ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО
АЛЮМИНИЕМ BN

А. И. КОМАРОВ, В. И. КОМАРОВА, Д. В. ОРДА
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Сплавы системы алюминий-кремний служат основой большинства литейных алюминиевых композиций, широко применяемых в различных отраслях промышленности. В связи со структурными особенностями литых сплавов (грубые включения Si и интерметаллидных фаз) прочностные характеристики силуминов невысокие, особенно пластичность. Наиболее действенным фактором улучшения структуры этих сплавов остается их модифицирование, приводящее к измельчению структурных составляющих. В последнее время все большее применение в качестве модификаторов получают нанопорошки тугоплавких керамических соединений, выполняющих роль дополнительных центров кристаллизации. Однако широкому их применению в качестве модификаторов препятствует сложность введения наночастиц в расплавы с обеспечением равномерного распределения в них. Известные методы, основанные на предварительном перемешивании наносоединений с микропорошками механоактивацией и последующим введением образовавшейся смеси в расплавы [1], не обладают достаточной эффективностью вследствие возможного образования агрегатов.

В [2] предложен способ синтеза наноструктурированных композиционных тугоплавких наполнителей (НКТН) в исходной шихте, состоящей из смеси микропорошков и реакционно активных элементов, при ее термической обработке в восстановительной атмосфере аммиака и водорода. Показано, что реакции, протекающие между компонентами шихты сопровождаются образованием тугоплавких керамических наноразмерных соединений и элементов в поверхностных слоях базовых порошков. Полученные НКТН являются полифункциональными, поскольку входящие в них микропорошки выполняют, с одной стороны, функцию доноров для протекания на их поверхности химических реакций, приводящих к образованию наноразмерных керамических соединений различной природы, с другой, – носителей этих наночастиц в расплавы. При этом изменение типа порошков и легирующих элементов позволяет управлять составом и структурой, формируемых НКТН. На рис. 1, а представлен фрагмент дифрактограммы наноструктурированного материала BN_{Al} , полученного из смеси микропорошков ГНБ и Al. Видно, что фазовый состав порошка BN_{Al} представлен Al, ГНБ и синтезированными *in-situ* на поверхности BN

наноразмерными соединениями AlN , AlB_2 , имеющими химическую связь с частицами BN . При этом, согласно данным СЭМ, AlN синтезируется в виде нанотрубок и нановолокон (рис. 1, б). Появление AlB_2 в составе BN_{Al} указывает на частичную деструкцию ГНБ, поскольку свободный бор в шихту не вводился.

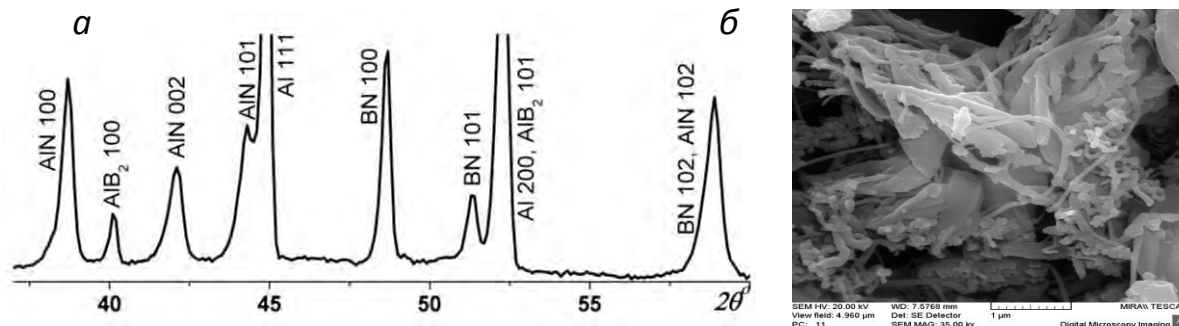


Рис. 1. Дифрактограмма (а) и СЭМ-изображение (б) наноструктурированного BN_{Al}

Анализ результатов систематического исследования структурного состояния BN_{Al} позволил установить зависимость структурных характеристик его компонентов от соотношения масс Al и BN ($m_{\text{Al}}/m_{\text{BN}}$) в шихте (рис. 2). Показано, что введение синтезированного порошка BN_{Al} в расплав

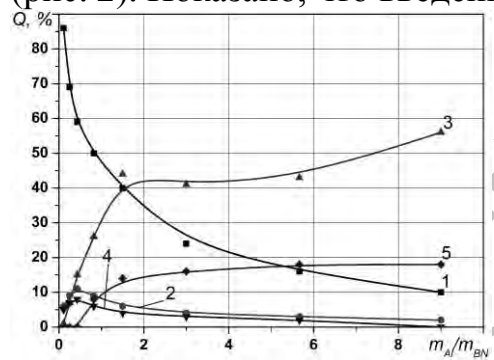


Рис. 2. Зависимость объемной доли компонентов BN_{Al} от $m_{\text{Al}}/m_{\text{BN}}$: 1– BN ; 2– AlN ; 3– Al ; 4– AlB_2 ; 5– Al_2O_3

сплава AK12M2MgN приводит к диспергированию структурных составляющих отливок этого сплава до 8 раз, снижению коэффициента трения в 3–13 раз и повышению износостойкости в 4–28 раз [2]. Показано также, что синтезированный порошок BN_{Al} , представляющий собой наноструктурный материал, перспективен для получения сверхтвердых композиционных материалов на базе кубического нитрида бора, образуемого из ГНБ при термобарической обработке BN_{Al} [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние нанопорошковых инокуляторов на структуру и свойства сплава AlSi7Mg / В. Манолов [и др.] // Литейное производство. – № 4. – С. 17–20.
2. Влияние фазового состава наноструктурированного тугоплавкого модификатора на структуру и триботехнические свойства сплава AK12M2MgN / П. А. Витязь [и др.] // Трение и износ. – 2013 – Т. 34 – № 5 – С. 435–445.
3. Разработка сверхтвердого композиционного материала на основе кубического нитрида бора из гексагонального BN , модифицированного нановолокнами нитрида алюминия / В. И. Комаров [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. – Минск : ОИМ НАН Беларуси. – 2014. – Вып. 1. – С. 304–308.