

УДК 621.745.669.13

В.А. Шейнерт; А.Г. Слуцкий, доц., канд. техн. наук (БНТУ, г. Минск);
А.С. Калиниченко, проф., д-р техн. наук;
Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;
И.Е. Григорьев, маг. (БГТУ, г. Минск)

АНАЛИЗ И ВЫБОР СПЛАВОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЫСТРООХЛАЖДЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С НЕРАВНОВЕСНОЙ СТРУКТУРОЙ

Ранее выполненные исследования [1-2] показали, что использование быстроохлажденных частиц с неравновесной структурой в качестве армирующего материала позволяет заметно повысить физико-механические свойства композитов различного назначения.

Быстроохлажденные материалы можно получать различной формы волокон (нитевидная, ленточная, лепестковая) в зависимости от конструктивных особенностей литейных установок. Это позволяет не только модифицировать структуру литых заготовок, приближая ее к строению композитов, но и использовать их для формирования композиционных материалов с матрицей на основе полимеров и керамики. Важным аспектом является выбор составов сплавов, способных к образованию метастабильных и неравновесных структур в процессе скоростной кристаллизации.

Из многих возможных вариантов выбраны наиболее распространенные промышленные сплавы на алюминиевой, медной и железной основе с широкими областями твердых растворов, выраженными эвтектиками типа металл-металл и металл-металлоид, которые при скоростном затвердевании из жидкой фазы за счет глубокого переохлаждения расплава обеспечат формирование неравновесных, метастабильных структур, вплоть до аморфного состояния.

С этой целью был проведен анализ диаграмм состояния сплавов на основе меди, алюминия и железа [3], на основании которого были отобраны двойные и тройные сплавы перспективные для получения метастабильных структур способами закалки из жидкого состояния и определены рекомендованные концентрационные интервалы по легирующему компоненту для различных систем: алюминий-бор (до 5%), алюминий-кремний (до 30%), алюминий-хром (до 30%), алюминий-медь (до 50%), алюминий-железо (до 30%), алюминий-магний (до 35%), алюминий-марганец (до 30%), алюминий-никель (до 95%), алюминий-олово (до 1%), алюминий-титан (до 10%), алюминий-цинк (до 100%), медь-алюминий (до 50%), медь-хром (до 10%), медь-железо (до 10%), медь-магний (до 35%), медь-марганец (до 30%), медь-никель (до 50%), медь-

фосфор (до 15%), медь-свинец (до 35%), медь-сурьма (до 32%), медь-кремний (до 30%), медь-олово (до 30%), медь-титан (до 60%), медь-ванадий (до 5%), медь-цинк (до 100%), медь-кальций (до 12%), железо-алюминий (до 25%), железо-алюминий-углерод (до 30% алюминия, до 3% углерода), железо-бор (до 8%), железо-бор-углерод (до 8% бора, до 4% углерода), железо-фосфор (до 10%), железо-фосфор-углерод (до 10% фосфора, до 4% углерода), железо-сурьма (до 50%), железо-сурьма-углерод (до 50% сурьмы, до 4% углерода), железо-кремний (до 20%), стали с метастабильным аустенитом («МАС») типа X12, Г13 и подобные (12% хрома, 13% марганца, 1-2% углерода), легированные чугуны хромистые, никелевые, марганцевые, ванадиевые (5-30% хрома, 5-35% никеля, 5-35% марганца, 5-12% ванадия).

Выбор композиций обуславливался наличием на диаграммах областей твёрдых растворов, выраженных эвтектик и высокотемпературных перитектических реакций с участием жидкой фазы. Например, анализ диаграммы состояния системы железо-кремний (Fe-Si) показывает, что широкие области твердых растворов, а также области твердых растворов с переменной концентрацией в зависимости от температуры, резкое изменение растворимости компонентов в твердом состоянии, стремящееся к нулю при комнатной температуре, глубоко выраженные эвтектики, высокие перитектики с широким интервалом гомогенности, позволяющие получить эффект дисперсионного твердения при пониженных температурах характерны для сплавов при концентрации кремния не превышающей 20%.

Таким образом, определены концентрационные интервалы двойных промышленных сплавов перспективных для реализации эффектов метастабильного состояния в волокнах, полученных способами высокоскоростной кристаллизации для разрабатываемых композиционных материалах на различных основах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение литой стабильной фибры для армирования бетонных конструкций в лабораторных условиях / В.А. Шейнерт [и др.] // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов.* – 2016. – № 37. – С. 132–136.

2. Технология получения быстроохлажденных гранул из сплавов на основе железа / А.С. Калиниченко [и др.] // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов.* – 2016. – № 37. – С. 85–89.

3. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т.: / под общ. ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996, – 992 с.