

УДК 669.018.95

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНГЛОМЕРАТОВ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ НАНОФРАКЦИИ В РАСПЛАВ АЛЮМИНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-53-53022 ГФЕН_а)

Цзяюй Лю⁽¹⁾, Ицзинь Чэнь⁽²⁾

Магистр 2 год⁽¹⁾, аспирант 4 года⁽²⁾,
кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: Ю. А. Курганова,
доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

Создание новых материалов является одним из приоритетов современного научного развития. В качестве перспективных материалов нового поколения, алюмоматричные композиционные материалы, которые обладают высокими удельными жесткостью и прочностью, достаточной для исключения катастрофического хрупкого разрушения, механической вязкостью, высокой электро- и теплопроводностью, наследуемой алюминиевой матрицей и рядом приобретенных свойств^{(1), (2)}.

В связи с развитием и внедрением нанотехнологий и наноматериалов, в последнее время сформирован интерес к использованию наноразмерных фаз в качестве армирующих компонентов. Среди прочих, перспективными являются нановолокна Al_2O_3 . $\alpha-Al_2O_3$, исследуемый в работе, обладает упорядоченной структурой с гексагональной упаковкой анионов O^{2-} и катионами Al^{3+} , распределенными в 2/3 октаэдрических пустот. Уменьшение размеров наполнителя до наноуровня увеличивает протяженность его границ в единице объема матричного расплава. Наноразмерный наполнитель имеет высокую седиментационную устойчивость в расплаве, и находясь во взвешенном состоянии, блокирует диффузию атомов к растущим кристаллам. После перехода в твердое состояние нанонаполнитель работает как барьер для движения дислокаций в матрице. Обозначенные эффекты ведут к повышению механических свойств при незначительных объемах вводимых наполнителей. Установлено положительное влияние наноразмерных фракций Al_2O_3 на характеристики АКМ⁽³⁾. При получении АКМ жидкофазным способом, который выбран, как наиболее рациональный по причине малых концентраций вводимого компонента, непосредственно вводить нановолокна Al_2O_3 в расплав алюминия не представляется возможным из-за высокой вязкости расплава алюминия, низкой смачиваемости нано- Al_2O_3 расплавами алюминия и большой удельной поверхности наноразмерных армирующих фаз.^{(4), (5), (6)} Кроме того, наноразмерные наполнители образуют в воздухе пылевидную взвесь, которая при определенных условиях способна к самовозгоранию и взрывоопасна⁽⁷⁾.

С целью решения проблемы введения наноразмерной легковесной фазы и обеспечения однородности распределения, разработан способ введения легковесной фазы нановолокна путем получения конгломератов. Работа посвящена получению и исследованию конгломератов на основе меди, титана и карбида кремния. Выбраны медный порошок, получаемый электролитическим методом с размером 20 мкм и 200 мкм; карбид кремния F400 (17 мкм) по ГОСТу Р 523 81-2005 и ГОСТу 26327-84; и порошки титана ТПП-1 - 500 мкм. Методом перетирания получены конгломераты из порошков и волокна Al_2O_3 по массе 2:1. Для изготовления алюмоматричных композиционных материалов, полученные конгломераты введены в алюминиевый расплав при 800°C. Получены и исследованы ряд экспериментальных образцов.

Исследования позволили установить, что наличие порошков меди в качестве транспортирующего элемента, позволило в большей степени решить проблему совмещения. Выявлено, что более эффективным размером медного порошка для формирования конгломерата является Cu размером 200 мкм. В ходе исследований ещё оценена однородность по размеру конгломератов и установлено оптимальное время перетерания – 15 минут.

Предложено использовать медный порошок размером 200 мкм для получения конгломератов, обеспечивающих эффективное введение нанодисперсии в расплав.

Литература

1. *Курганова Ю.А., Колмаков А.Г.* Конструкционные металломатричные композиционные материалы. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 141 с.
2. *Черкасова Н. Ю.*, Фазовый состав, структура и свойства композиционных керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония с включениями гексаалюмината стронция. — Новосибирск: Материаловедение, 2019. —С.27.
3. *Курганова Ю.А., Щербаков С.П., Чень Ицзынь., Лопатина Ю.А.* Оценка поведения перспективных алюмоматричных композиционных материалов в условиях ударного нагружения // МиТОМ. – 2020. № 2. С.71-74.
4. *Курганова Ю.А., Щербаков С.П., Чень Ицзынь, Карпучин С.Д.* Технология получения перспективного алюмоматричного композиционного материала с дискретными волокнами Al_2O_3 // Технология металлов. – 2019. № 10. С. 22-27.
5. *Chen Y., Kurganova Yu.A., Shcherbakov S.P., Gaaze V.K.* Fabrication of samples and study on mechanical properties of metal matrix composites with system “Al-nano Al_2O_3 ” // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. V. 683. 012089.
6. *Портной, КИ.* Структура и свойства композиционных материалов / кИ Портной, С.Е. Салибеков, И.Л. Светлов, В.М. Чубаров. - М. : Машиностроение, 1979. 255с.
7. *Kurganova Yu.A., Chen Y., Shcherbakov S.P.* Evaluation of the effectiveness of the introduction of a discrete filler in the aluminum matrix melt // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. V. 683. 012034.