Повышение прочности алюминиевых сплавов за счет легирования наночастицами карбида кремния

Смань А. В.

Смань Антон Владимирович / Sman Anton Vladimirovich - аспирант,
кафедра металлургии,
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург

Аннотация: в статье предложен способ введения наночастиц карбида кремния в алюминиевый литейный сплав. Армирующая фаза в составе порошкового комплекса подвергалась предварительной механоактивации, что позволило получить композиционный сплав, превосходящий по своим свойствам исходный.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, наночастицы карбида кремния, легирование, композиционные материалы, порошковые комплексы.

Несмотря на высокие физико-механические показатели конструкционных материалов, их применение до сих пор не вышло из стадии полупромышленного опробования [1]. Это связано в первую очередь с несовершенством технологии их изготовления, а также сложными взаимодействиями компонентов, определяющих стабильность физико-механических характеристик КМ и высокой стоимостью большинства армирующих наполнителей. Новые КМ требуют также новых конструкторских решений, позволяющих в полной мере реализовать их преимущества перед традиционными материалами.

Традиционные технологии получения композиционных сплавов на алюминиевой основе подразумевают две стадии [2]: получение порошков нужного размера и последующее их введение в алюминиевую матрицу. Но такой процесс требует значительных материальных затрат, что негативным образом сказывается на производительности и себестоимости полученного продукта.

Основной проблемой, возникающей при получении литейных композиционных сплавов, является проблема введения в расплав и сложность равномерного распределения в матрице частиц субмикронных и более мелких размеров [3, 4]. Уменьшение размеров частиц до нанометровых значений приводит к возрастанию их химической активности и усилению тенденции к агрегации. Также остаются открытыми вопросы влияния количества, фазового состава и условий введения наночастиц в расплав [5].

В работе был реализован метод предварительной механоактивации порошкового комплекса, состоящего из частиц карбида кремния, частиц-носителей (металлов), позволивший добиться измельчения армирующей фазы до нано- и субмикронного размера, а также успешный ввод этой фазы в расплав. При этом на конечные характеристики сплава оказывают влияние следующие факторы: температура плавления частиц-носителя, их размер, время замешивания и температура, вязкость расплава. Кроме того, было установлено, что порошок Ti является наиболее перспективным в качестве носителя, по сравнению с порошками Cu и Cr. Однако не удалось добиться эталонной однородности распределения частиц в объеме расплава, что является предметом для дальнейших исследований.

В результате проведенной работы удалось улучшить свойства алюминиевого литейного сплава АК7пч. Полученный композиционный сплав на его основе и армированный наночастицами карбида кремния имеет значение предела прочности равное 224 МПа, что на 37 % больше, чем у исходного, а также значение твердости равное 167 HV, что практически вдвое больше, чем у исходного.

Изучение макро- и микроструктурных изменений создает возможность понимания природы и характера упрочнения алюминиевых сплавов. Для решения этих задач необходима организация экспериментальных производств на предприятиях алюминиевой промышленности и проведение комплексных исследований по реализации перспективных способов на современном высокопроизводительном оборудовании.

Литература

1. Алюминиевые композиционные сплавы – сплавы будущего. / Сост. А. Р. Луц, И. А. Галочкина. – Самара, 2013. – 82 с.
2. Composite materials handbook - Volume 4. Metal matrix composites/ department of defense handbook. USA. 17 June 2002.
3. Корчагин М. А. Использование самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механической активации для получения нанокомпозитов Текст / М. А. Корчагин, Д. В. Дудина // Физика горения и взрыва, 2007. - т.43. – No 2. С. 58-71.
4. Попов В. А. Теоретическая оценка возможности получения металломатричных композитов с малым размером упрочняющих частиц Текст / В. А. Попов, А. В. Мармулев, М. Ю. Кондратенков // Известия ВУЗов. Цветная металлургия, 2005. - No 1. - С. 52-56.

5. *Калашиников И. Е* Развитие методов армирования и модифицирования структуры алюмоматричных композиционных материалов: автореферат дисс. на соискание уч. степени доктора техн. наук. Москва, 2011. 50 с.