

УДК 621.762

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ ЛИГАТУР $\text{Cu-Si}_3\text{N}_4$ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Куц А. В., Ручкина В. С., Кузина А. А.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

В изделиях современной техники широко используют алюминий и его сплавы. Конструкторов привлекают их низкий удельный вес, высокие пластические свойства, коррозионная стойкость и технологичность. Понятен интерес к опробованию таких материалов в качестве матриц дискретно армированных композиционных материалов (КМ). Введение в сплавы алюминия высокопрочных частиц обеспечивает повышенные удельные прочность и жесткость, высокую износостойкость с сохранением высоких электро- и теплопроводности и малого удельного веса. В качестве упрочняющих дискретных фаз обычно используют частицы или короткие волокна керамики. Ввод в алюминиевую матрицу небольшого количества тугоплавких частиц вызывает улучшение механических свойств композиционных материалов в широком интервале температур. В последние годы большой интерес для повышения качества литого металла вызывает применение специальных нанопорошковых инокуляторов – нанопорошков размерами частиц менее 100 нм из тугоплавких соединений (нитридов, карбидов и др.). Введенные в расплав они гомогенно распределяются по объему металла и служат гетерогенными затравками для образования кристаллической фазы [1-7].

Целью данной работы было исследование режимов механического смешивания и последующего компактирования порошковых смесей состава $\text{Cu-Si}_3\text{N}_4$ для получения брикетов – порошковых лигатур, используемых для последующего ввода в алюминиевые расплавы.

Механическое смешивание исходных компонентов: медного порошка с размером частиц до 100 мкм и порошка нитрида кремния с размером частиц до 100 нм, полученного по азидной технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [8], проводили в шаровой и центробежной планетарной «Pulverisette - 5» мельницах, в течение 60 минут со скоростью 50 об./мин. и 150 об./мин. соответственно. Были получены порошковые смеси $\text{Cu-2,5\%Si}_3\text{N}_4$ с размером частиц до 81 мкм (при смешивании в планетарной мельнице) и $\text{Cu-2,5\%Si}_3\text{N}_4$ с размером частиц до 85 мкм (при смешивании в шаровой мельнице), $\text{Cu-5\%Si}_3\text{N}_4$ с размером частиц до 80 мкм (при смешивании в планетарной мельнице) и $\text{Cu-5\%Si}_3\text{N}_4$ с размером частиц до 87 мкм (при смешивании в шаровой мельнице) для последующего компактирования. Определены технологические свойства исследуемых порошковых смесей. Так, наибольшей насыпной массой обладает порошковая смесь состава $\text{Cu-2,5\% Si}_3\text{N}_4$ (смешивание в шаровой мельнице) – 2,08 г/см³, наименьшим значением насыпной массы из рассмотренных порошковых смесей обладает порошковая смесь состава $\text{Cu-5\%Si}_3\text{N}_4$ (смешивание в планетарной мельнице) – 1,89 г/см³. Все исследуемые порошковые смеси не обладают текучестью. Далее проводилось одноосное компактирование полученных композиций на гидравлическом прессе ПСУ-50 с давлением прессования до 40 МПа. Получены порошковые лигатуры диаметром 18,2 мм, высотой до 4,6 мм и массой 2,5 и 5 грамм. Определена относительная плотность брикетов – 68...83% ($\text{Cu-2,5\%Si}_3\text{N}_4$) и 67...84% ($\text{Cu-5\%Si}_3\text{N}_4$).

Таким образом, рассмотренные режимы механического смешивания и последующего прессования исследуемых композиций позволяют получать порошковые

лигатуры, состоящие из медного порошка – носителя и нанопорошка нитрида кремния - модифицирующей фазы при увеличенном содержании последней.

Библиографический список

1. Михеев, Р. С. Дискретно армированные композиционные материалы системы Al-TiC (обзор) [Текст] / Р. С. Михеев, Т. А. Чернышова // Заготовительное производство в машиностроении. - 2008. - №11. - С. 44-53.
2. Крушенко, Г. Г. Роль частиц нанопорошков при формировании структуры алюминиевых сплавов [Текст] / Г. Г. Крушенко // Металлургия машиностроения. – 2011. - №1. – С. 20 – 24.
3. Крушенко, Г. Г. Применение нанопорошков химических соединений для улучшения качества металлоизделий [Текст] / Г. Г. Крушенко // Технология машиностроения. – 2002. - №3. – С. 3 – 6.
4. Анисимов, О. В. Разработка металлокомпозитов на основе алюминия, упрочненных наночастицами тугоплавких соединений [Текст] / О. В. Анисимов, В. И. Костиков, Е. В. Лобачева, В. И. Пузик, Ю. В. Штанкин // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2011. – №3. - С. 33 – 39.
5. Крушенко, Г. Г. Повышение механических свойств алюминиевых литейных сплавов с помощью ультрадисперсных порошков [Текст] / Г. Г. Крушенко, Б. А. Балашов, З. А. Василенко, М. Н. Фильков, Т. Н. Миллер // литейное производство. – 1991. - №4. – С. 17 – 18.
6. Манолов, В. Влияние нанопорошковых инокуляторов на структуру и свойства сплава AlSi7Mg [Текст] / В. Манолов, А. Черепанов, Р. Лазарева, С. Константинова // Литейное производство. – 2011. - №4. – С. 17 – 20.
7. Кузина, А. А. Получение нанопорошковых псевдолигатур Cu-(SiC + Si₃N₄) для модифицирования и армирования алюминиевых сплавов [Текст] / А. А. Кузина // Изв. вузов. Цвет. металлургия. - 2016. -№5. - С. 78-84.
8. Titova, Yu. V. Self-propagating high-temperature synthesis of silicon carbide and silicon nitride nanopowders composition using sodium azide and halides [Text] / Yu. V. Titova, A. P. Amosov, G. V. Bichurov, D. A. Maidan // Eurasian chemico-technological Journal. – 2014. – №16. - P. 41 – 48.