

Методики и оборудование для исследования структуры и свойств порошковых алюминиевых материалов

Студентки гр.104617 Рахманько Е.Б., гр.104619 Колодинская Н.С.
Научные руководители – Тарусов И.Н., Керженцева Л.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Малая плотность, достаточная механическая прочность, высокая электропроводность и коррозионная стойкость обуславливают широкое применение алюминия в различных областях современной техники.

Одним из эффективных методов создания новых алюминиевых материалов и изготовления из них изделий является порошковая металлургия. Методы порошковой металлургии позволяют сократить энергетические и трудовые затраты, снизить отходы сырья и автоматизировать производство изделий. Несмотря на преимущества, порошковая металлургия алюминия не получила широкого применения в мире. Причиной этого является наличие тугоплавкой, трудно восстанавливаемой оксидной пленки на поверхности части порошка алюминия и сплавов на его основе, которая препятствует процессу консолидации частиц и образованию прочных металлических связей между ними при спекании. Для образования жидкой фазы, разрушения оксидных пленок и повышения прочности в порошок алюминия вводят порошки меди и магния.

Целью настоящей работы является исследование процесса спекания, структуры и свойств порошкового алюминиевого материала, содержащего медь и магний.

В качестве исходных материалов для проведения исследований использовали порошок алюминиевый марки ПА-4. Для образования жидкой фазы, активации процесса спекания порошков алюминия и формирования на их основе материалов с повышенными механическими свойствами использовали порошок медный ПМС-1 в количестве 4 вес. % и порошок магниевый МПФ-4 в количестве 1 вес.%. Приготовление шихты осуществлялось смешиванием порошков в четырех баночном смесителе без использования шаров в течение 1,5 часов.

Для прессования порошков использовались стальные пресс-формы. Плотность брикетов γ_6 (г/см³) после прессования при заданном давлении и спекания определяли расчетным методом. Спекание осуществляли в вакууме с остаточным давлением воздуха в камере спекания 2×10^{-3} Па при температурах 580 °С и 590 °С в течение 30 минут. Испытание на растяжение проводили на испытательной машине “Instron-1195”. Твердость материалов определяли методом Бринелля. Микроструктуру материалов исследовали методами оптической и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). В нашей работе для изолирования прессовок использовалась углеродная ткань “УРАЛ” Т-1

Проведенные исследования показали, что на особенности спекания алюминиевых смесей существенное влияние оказывают плотность прессовок, температура и время спекания. На рисунке 1 приведены зависимости плотности спеченных прессовок из смесей порошков алюминия, меди и магния от температур спекания в вакууме и их исходной плотности.

Температура спекания чистого алюминия составляет 630 °С. Добавки в порошок алюминия 4 % меди и 1 % магния снижают оптимальную температуру спекания до 580 °С, при которой прессовки с плотностью 80 – 90 % после спекания имеют максимальную плотность. Надо отметить, что с повышением плотности исходных (не спеченных) прессовок объем пор в материале уменьшается. Поэтому прессовки с меньшей исходной плотностью дают большую усадку при спекании, чем высокоплотные, что приводит к большим изменениям их размеров и плотности после спекания. Они имеют порог максимальной

плотности исходных прессовок, после которого при спекании происходит их рост и образование газовых пузырей в материале, что недопустимо. Это выражается в виде перегибов на кривых. Плотность прессовок, спекаемых при температуре 590 °С не должна превышать 90 %.

При изучении фрактограмм изломов установлено, что разрушение спеченных материалов идет по границам зерен (рисунок 2). Поэтому существенную роль в формировании свойств спеченных алюминиевых материалов играет пористость, содержание и распределение легирующих элементов, размер зерен и протяженность их границ.

Несколько по иному изменяются свойства спеченного материала от величины содержащейся в них пористости. Зависимости прочности и твердости, относительного удлинения и электрического сопротивления спеченных материалов от их относительной плотности будут иметь параболический характер. Как показали наши исследования, прочность и твердость исследуемых спеченных материалов возрастают с увеличением плотности. Причем основной рост механических свойств достигается при увеличении плотности от 80 % до 90 %. Изменение плотности от 90% до 95% в меньшей степени изменяет свойства спеченного материала.

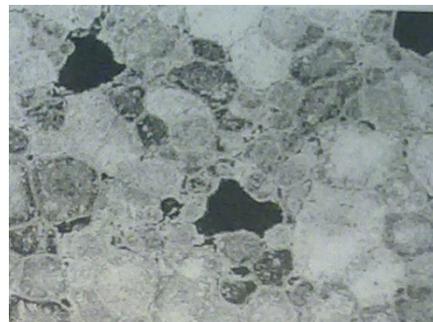
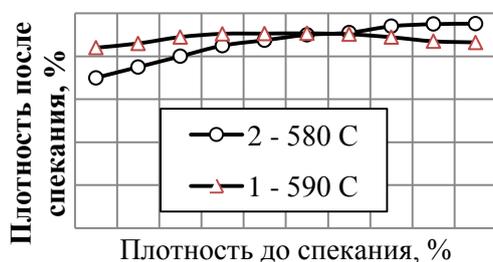


Рисунок 1 – Зависимости плотности спеченных прессовок из материала Al-4%Cu-1%Mg от температур спекания и их плотности до спекания. Микроструктура спеченного при оптимальных температурах порошкового алюминиевого материала × 200

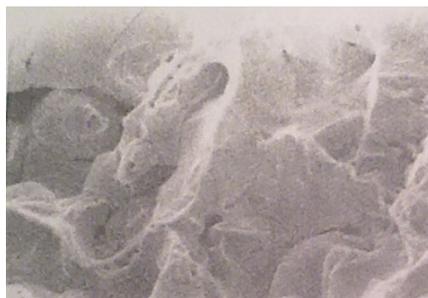


Рисунок 2 – Фрактограмма излома спеченного порошкового алюминиевого материала Al-4%Cu-1%Mg после спекания ×700