

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ И АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ

Шевцова Л.И., Самейщева Т.С.

Научный руководитель: Батаев А.А., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

E-mail: edeliya@ngs.ru

При разработке и изготовлении деталей для аэрокосмических систем предъявляются высокие требования к используемым функциональным и конструкционным материалам. Применяемые материалы должны быть более прочными и жесткими чем традиционные материалы, и в целом, обладать повышенным уровнем физико-химических и механических свойств.

Интерметаллиды на базе алюминия и никеля являются одними из наиболее перспективных материалов, удовлетворяющих отмеченным требованиям. Характерными особенностями интерметаллидов системы «Ni-Al» являются сочетание высокой твердости, жаропрочности и низкой плотности, а также высокие показатели износостойкости и коррозионной стойкости. В свою очередь, для разработки бездефектных конструкций из интерметаллидов необходимо решить проблему, связанную с повышенной хрупкостью этих материалов и длительностью технологических процессов их получения. Поиск новых технологических решений, способных создать условия для формирования интерметаллидов со структурой, обеспечивающей повышение пластичности и сохранение прочности, жесткости и износостойкости является в настоящее время одной из наиболее значимых задач.

Для формирования компактных изделий на основе интерметаллидов системы «Ni-Al» в работе использовалась технология искрового плазменного спекания порошковых смесей (SPS-технология). Одним из основных достоинств данной технологии является кратковременность процесса спекания материала, позволяющая сохранить мелкодисперсную структуру.

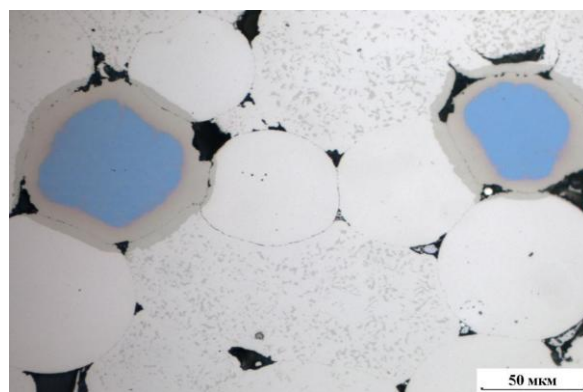
Исходными материалами являлись порошки ПН85Ю15 (соединение Ni_3Al), ПН70Ю30 (NiAl) и пигментная алюминиевая пудра ПАП-2. Для спекания были подготовлены следующие порошковые смеси: ПН85Ю15, ПН85Ю15 + ПАП-2 (1:1 по объему), ПН70Ю30, ПН70Ю30 + ПАП-2 (1:1 по объему). Порошковые смеси, содержащие алюминиевую пудру, были получены путем перемешивания в планетарной шаровой мельнице Fritch pulverizette 6 в течение 6 часов в жидкой среде на основе изопропилового спирта.

Спекание порошковых смесей проводили на установке Labox-1575. Процесс искрового плазменного спекания осуществлялся при следующих условиях: скорость нагрева – 100 °С/мин, давление – 40 МПа, изотермическая

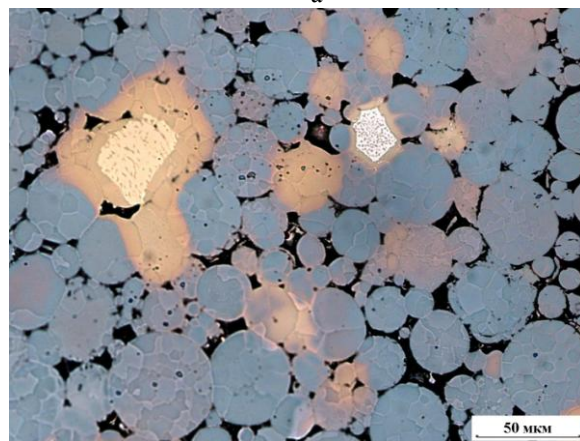
выдержка при максимальной температуре спекания – 1 мин, максимальная температура спекания для порошков ПН85Ю15 и ПН70Ю30 составляла 1000 °С, для порошковых смесей, содержащих ПАП-2 – 600 °С.

Исследование микроструктуры образцов, полученных по SPS-технологии, проводили методами оптической и растровой электронной микроскопии.

На рис. 1. представлена микроструктура материалов, полученных методом искрового плазменного спекания порошковых смесей, содержащих интерметаллиды на основе никеля и алюминия.



а



б

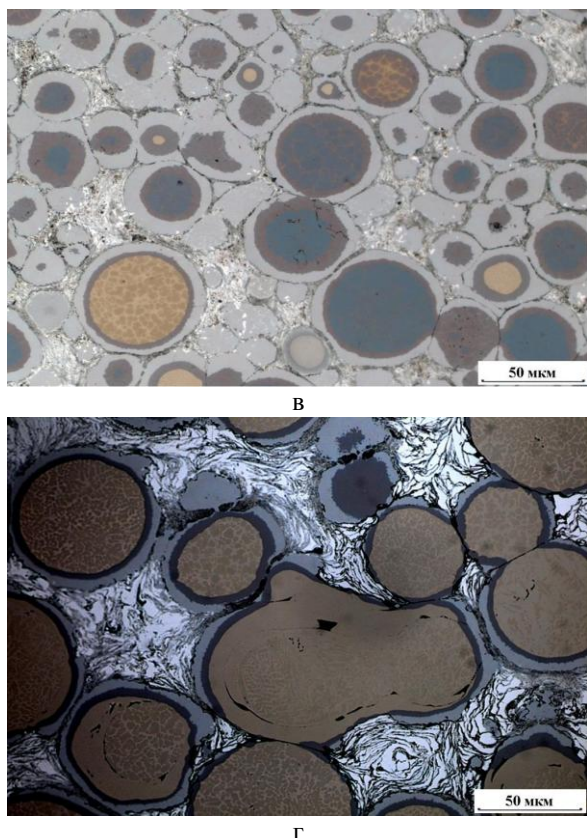


Рис.1. Структура спеченных материалов на базе порошков ПН85Ю15 (а), ПН70Ю30 (б) и порошковых смесей ПН70Ю30 и ПАП-2 (в), ПН85Ю15 и ПАП-2 (г).

Металлографические исследования проводились на оптическом микроскопе типа Carl Zeiss AxioObserver Alm с использованием метода светлого поля. Структура продольного и поперечного сечения всех спеченных образцов однородная. Особенностью полученных материалов является их повышенная пористость. Наибольшая пористость оказалась у материала, полученного спеканием порошковой смеси ПН85Ю15+Al (возможно из-за недостаточного высокой температуры спекания).

С помощью энергодисперсионного анализа в спеченном образце на базе порошка ПН85Ю15 зафиксированы фазы NiAl и Ni_5Al_3 , в образце, полученном спеканием порошка ПН70Ю30, выявлены фазы Ni_2Al_3 и Ni_5Al_3 . В спеченном материале на основе порошковой смеси ПН70Ю30 и ПАП-2 (1:1 по объему) обнаружены фазы NiAl , Ni_5Al_3 , Ni_2Al_3 и Ni_3Al . В образце, полученном спеканием порошковой смеси на базе ПН85Ю15 и ПАП-2 (1:1 по объему) определены фазы NiAl_3 , Ni_2Al_3 , Ni_5Al_3 и Ni_3Al .

На данном этапе работы проведена оценка микротвердости спеченного материала на основе порошковой смеси ПН70Ю30 и ПАП-2, позволяющая в экспресс-режиме установить свойства отдельных фаз. Для фазы NiAl значение микротвердости составляет 4334 МПа, для фазы Ni_2Al_3 – 7300 МПа. Значение микротвердости фазы Ni_5Al_3 составило 5200 МПа, а для Ni_3Al – 4676 МПа. Полученные величины соответствуют литературным данным о значениях микротвердости некоторых интерметаллидов на основе никеля и алюминия [1].

В качестве основного показателя прочностных свойств в работе использовалась величина предела прочности материалов. Предел прочности на изгиб определялся для образцов, спеченных из порошков ПН85Ю15 и ПН70Ю30. Этот показатель составил - 270 МПа и 150 МПа соответственно.

С целью достоверного выявления типов образующихся фаз планируется проведение рентгенофазового анализа. Следующий этап работы предполагает дальнейшую оптимизацию режимов спекания материалов и проведения более глубоких исследований.

Список литературы:

1. Stone, H. E. N. The oxidation resistance and hardness of some intermetallic compounds / H. E. N. Stone// Journal of Materials Science. - 1974. - Volume 9. - P. 607–613.