

СИНТЕЗ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕРМЕТАЛЛИДА Nd₃Al

Цивилицын В.Ю., Бондар И.Б., Власов А.А., Гончарук В.А., Чугунова С.И.,
Ефимов Н.А.

Институт проблем материаловедения НАН Украины, ул. Кржижановского 3, Киев, 03142,
Украина, e-mail: resrok@ipms.kiev.ua

При изготовлении постоянных спеченных магнитов системы Nd-Fe-B возникает необходимость в выплавке лигатуры Nd₃Al для проведения жидкофазного спекания и повышения коэрцитивной силы в этих магнитах.

Авторами предпринята попытка создания постоянных магнитов по так называемой "двухфазной" технологии. Отдельно выплавляется однофазный сплав состава Nd₂Fe₁₄B и легкоплавкая добавка – интерметаллид Nd₃Al, что позволяет проводить спекание при более низкой температуре и защитить неодим от окисления. Сплав Nd₃Al может годами храниться при нормальных условиях без изменения химического и фазового состава. Однако, выплавленный сплав не удастся измельчить до необходимого гранулометрического состава в связи с повышенной вязкостью, что дало основание для исследования механических свойств интерметаллида Nd₃Al.

В соответствии с двойной диаграммой Nd-Al [1] был выбран состав Nd₃Al и подготовлена шихта. В качестве исходных материалов использовали неодим металлический марки НМ-1 (ТУ-48-4-205-72) и алюминий (99.999%). Слиток сплава получен в аргоно-дуговой печи. Для изучения структурного состояния и фазового состава использовались методы рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной микроскопии (SEM) с микроанализом химического состава фазовых составляющих, оптическая микроскопия. Характеристики прочности ($\sigma_{в.и}$, $\sigma_{т.и}$), пластичности и модуль Юнга определяли при испытании на 3-х точечный изгиб. Вязкость разрушения (трещиностойкость K_{Ic}) исследовали при испытании на изгиб образцов с наведенной трещиной. Полученные данные приведены в таблице.

Выполненный рентгеноструктурный анализ показал, что полученный сплав состоит из нескольких фаз: интерметаллида Nd₃Al и оксидных фаз Nd₂O₃ и NdAlO₃. При этом основной фазой является Nd₃Al, а содержание вторичных фаз составляет не более 3%.

Таблица
Механические свойства интерметаллида Nd₃Al.

Предел прочности $\sigma_{в.и}$, МПа	540
Предел текучести $\sigma_{т.и}$, МПа	440
Трещиностойкость K_{Ic} , МПа·м ^{1/2}	7.8
Модуль Юнга, ГПа	52
Микротвёрдость HV, ГПа	1.35
Пластичность до разрушения δ , %	0.5

Исследование структуры сплава методом SEM показало (рис.), что по границам зерен Nd₃Al расположены фазы, насыщенные кислородом. Это подтверждается распределением элементов в характеристическом излучении кислорода, полученном при микроанализе.

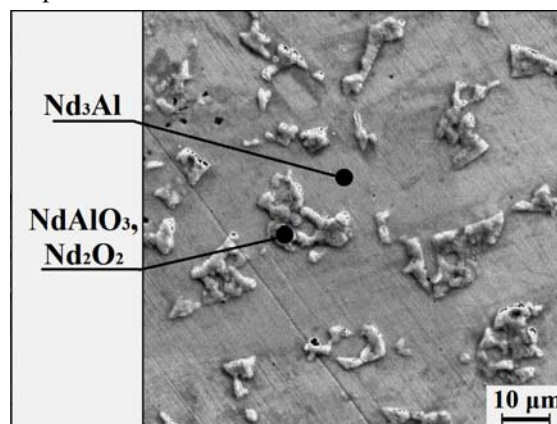


Рис. SEM изображение структуры сплава Nd₃Al, полученное с поверхности образца

По результатам исследования (табл.) определено, что сплав Nd₃Al обладает высоким значением вязкости разрушения и некоторой пластичностью, что выделяет его среди других интерметаллидов.

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т.: Т.1/ Под ред. Н.П.Лякишева.-М.: Машиностроение, 1996.-992 с.