

Технологии получения слоистых композиционных материалов из алюминидов титана

Студенты гр. 10402118 Куканова О.В., Муковозчик Н.В.
Научный руководитель – Минько Д.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Разработка технологий получения материалов с заданным набором структурных характеристик и функциональных свойств в настоящее время является актуальным направлением исследований в области материаловедения. К новому перспективному классу материалов относятся металло-интерметаллидные слоистые композиционные материалы.

В качестве наиболее перспективного интерметаллидного соединения рассматривается система Ti-Al, которая характеризуется образованием соединений: $TiAl_3$, $TiAl$, $TiAl_2$, Ti_2Al_3 . Интерметаллидные соединения на основе $TiAl_3$ являются наиболее термодинамически устойчивыми и стали наиболее перспективными благодаря сочетанию отличной коррозионной стойкости и высоких показателей прочности в условиях высоких температур. Композиционный материал на основе системы титан – триалюминид титана ($Ti-TiAl_3$) обладает удельной жесткостью в 2 раза выше, чем у стали, а его удельная прочность сопоставима со многими керамическими материалами [1], что делает его применение перспективным в современной технике, в том числе в военной, авиационной и космической отраслях.

Целью работы является анализ существующих технологий получения слоистых композиционных материалов на основе триалюминид-титана.

Рассмотрены четыре метода получения металло-интерметаллидных слоистых композиционных материалов системы $Ti-TiAl_3$ [2]:

- тепловой взрыв
- реакционное спекание
- реакционное прессование
- сварка взрывом+спекание

Синтезированные образцы исследовали методами рентгенофазового анализа, металлографии и микрорентгеноспектрального анализа.

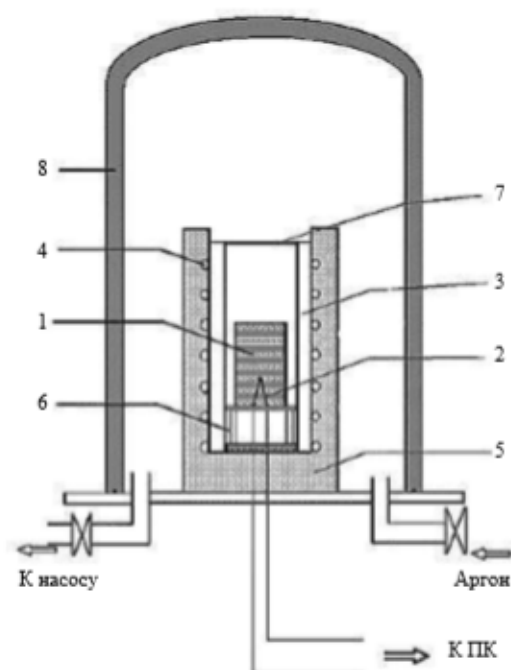
Для синтеза в режиме теплового взрыва использовали специально сконструированную установку, схема которой приведена на рисунке 1. Для определения температуры использовали вольфрам-рениевую термопару, которую помещали в порошковый слой образца. Полученные образцы характеризовались высокой пористостью и низкой прочностью, что объясняется коротким временем (10-20 с) протекания процесса, недостаточным для развития диффузионных процессов.

Для реакционного спекания использовали пластины титана и алюминия и муфельную печь. Перед сборкой пластины шлифовали и обезжировали. Пакет составляли из чередующихся пластин титана и трех пластин алюминия. Подбор соотношения количества пластин титана и алюминия проводили из расчета образования при спекании слоев интерметаллида $TiAl_3$ и чистого титана. Для улучшения контакта между фольгами пакет подвергали предварительному прессованию. Полученные образцы имели неравномерную пористость в слое интерметаллида вследствие отсутствия давления при спекании.

Метод реакционного прессования реализовали на специальной установке. Использовали пластины из титана и алюминия, варьировали температуру, давление и продолжительность процесса. Уровень пористости образцов был заметно ниже, чем у полученных предыдущими способами.

Сварку взрывом проводили во взрывной камере. Получили пакеты из 11 и 13 чередующихся пластин титана и алюминия размером 50x100 мм, из 21 пластины титана и алюминия размером 120x130 мм. Образцы, полученные сваркой взрывом, подвергали обработке в режиме реакционного спекания в муфельной печи. После сварки взрывом формируется с

прочным контактом между слоями титана и алюминия, однако наблюдается волнообразная форма границ.



- 1 – образец с чередующимися слоями титана и алюминия; 2 – термопара;
3 – кварцевая трубка; 4 – нагреватели; 5 – тепловая защита; 6 – подставка;
7 – молибденовый экран; 8 – корпус камеры

Рисунок 1 – Схема установки для проведения синтеза в режиме теплового взрыва

С помощью экспериментов установлена возможность получения требуемой многослойной композиции всеми четырьмя способами. Выявлены недостатки, характерные для каждого из методов. Показано, что метод реакционного прессования является наиболее перспективным для дальнейших исследований, так как, в отличие от остальных методов, частично решает проблему образования высокой пористости в слое интерметаллида и снижения прочности композиционного материала. К тому же этот метод является наиболее доступным, так как не требует сложных установок и особых условий для создания слоистых композиционных материалов.

Литература

1. Vecchio, K.S. Synthetic multifunctional metallic-intermetallic laminate composites / K.S. Vecchio // JOM. – 2005. – Vol. 57 (3). – P. 25–31.
2. Синтез металло-интерметаллидного слоистого композиционного материала системы различными методами / С.А. Залепугин [и др.] // Труды ВИАМ – 2014. – № 11 (47). – С.23-31.