

ДВУМЕРНАЯ СОПРЯЖЕННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ИНТЕРМЕТАЛЛИДА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ СТАЛЬНОМ РЕАКТОРЕ

Букрина Н.В.^а, Князвва А.Г.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

^а bookr81@mail.ru

Соединение Ni_3Al служит основной упрочняющей фазой никелевых сплавов и имеет широкую область применения благодаря таким свойствам как высокая температура плавления, низкая плотность, высокая коррозионная стойкость и хорошая высокотемпературная прочность. Алюминид никеля также обладает хорошей стойкостью к окислению. Однако его применение ограничено из-за его низкой пластичности, большого различия между температурами плавления Ni и Al и экзотермической природы образования этой фазы, делающей процесс синтеза плохо управляемым. Высокие скорости реакций в условиях объемного синтеза интерметаллида из порошковой смеси чистых элементов создают некоторые трудности в управлении процессом формирования продукта. Моделирование в этой области помогает изучать необратимые физические явления, полезно для постановки и обработки эксперимента, а так же дальнейшего прогнозирования условий синтеза материала. Для инициирования объемной экзотермической реакции в порошковой заготовке используются различные способы нагрева. Общий принцип нагрева заготовки перед самовоспламенением заключается в минимизации градиентов температуры в объеме заготовки при контролируемых условиях нагрева. В полной мере последнее достигается путем нагрева прессованного материала из исходной порошковой смеси в реакторе со стальными стенками токами высокой частоты. Цель данной работы заключается в исследовании формирования конечного продукта синтеза в условиях нагрева стенок реактора токами высокой частоты от индуктора.

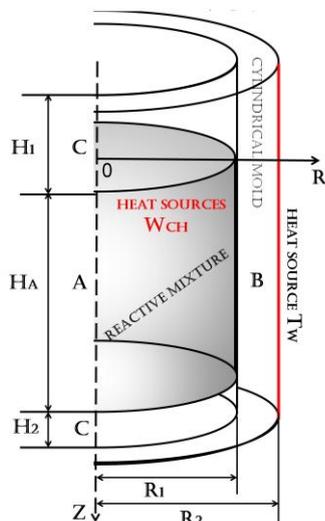


Рисунок 1. Схематическое изображение процесса синтеза композита в режиме теплового взрыва при нагреве порошковой прессовки в стальном цилиндрическом реакторе

Математическая модель процесса синтеза интерметаллида в режиме динамического теплового взрыва при нагреве порошковой прессовки в стальном цилиндрическом реакторе сводится к решению двумерного уравнения теплопроводности для смеси порошков и стенок реактора (рис.1). Модель учитывает все стадии нагрева смеси. Химические реакции образования конечного продукта Ni_3Al описываются суммарной схемой. Кинетический закон учитывает сильное торможение скорости суммарной реакции с накоплением продукта синтеза.

Задача решалась численно по неявной разностной схеме второго порядка точности по пространству и первого по времени, с использованием расщепления по координатам и линейной прогонки. Граничные условия аппроксимировались со вторым порядком точности. Модель позволяет изучать не только температурные изменения в пространстве и времени, но и динамически исследовать влияние условий нагрева и свойств порошковой смеси на режимы теплового взрыва в этом технологическом процессе.

Результаты численного исследования дают представление о динамике нагрева порошковой смеси в цилиндрической пресс-форме. Показано, что, неоднородное распределение температуры в прессовке является важным фактором, определяющим динамику процесса и полноту превращения.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2018-2020, проект № III.23.2.2.