ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/104

**РЕЖИМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ В ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЕ
ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Чумаков Ю.А.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Синтез материалов горением, известный также как самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), является методом получения композиционных материалов в результате протекания экзотермических реакций. При синтезе композитов горением используют сложные порошковые смеси, включающие порошки металлов и неметаллов. В зависимости от состава порошковых исходных смесей в результате СВС получают различные теплозащитные и тугоплавкие материалы: интерметаллиды, керамики и керметы (металлокерамические композиты). Из-за высокой стоимости исходных материалов и большой трудоемкости процесса синтеза проблема моделирования закономерностей формирования состава и свойств композиционных материалов остается актуальной.

В классических работах, например, при моделировании процессов горения реакционная система (порошковая смесь) обычно заменяется эквивалентной гомогенной (или гомогенизированной) конденсированной средой с некоторыми осредненными свойствами. Комплекс химических реакций, как правило, заменяется суммарной реакционной схемой «реагент-продукт реакции». Благодаря этому классические модели позволили выявить многие качественные закономерности, наблюдаемые экспериментально.

В настоящей работе предлагается модель процесса синтеза композита в режиме горения. Предполагается, что химические превращения, протекающие в смеси при достижении температуры плавления легкоплавкого компонента могут быть описаны двумя суммарными последовательно-параллельными реакциями, одна из которых приводит к формированию материала упрочняющих частиц, вторая – к формированию матрицы. Подобная схема приемлема, например, при описании синтеза композитов из смесей Ti-Al-C; Ti-Al-B; Ti-Al-Fe₂O₃; Al-Fe₂O₃-Fe-Cr-Ni; Ti-Fe₂O₃-Nb и др.

Для описания превращений в системе в макромодели приемлема условная схема

где R_1 , R_2 , Y – реагенты реакции, P – частица, M – матрица.

Математическая модель процесса синтеза композиционного материала при распространении волны экзотермической реакции в порошковой смеси рассмотрим следующей постановке. Полагаем, что образец представляет собой цилиндр радиуса R_0 . Температура по диаметру образцов однородна, и процесс развивается только в одном направлении. Газообразных реагентов и продуктов нет. В уравнении энергии учитывалось теплотопотери в окружающую среду за счет конвекции (если синтез осуществляется в атмосфере инертного газа) и за счет теплового излучения. Плавление реагентов учитывалось через изменение эффективной теплоемкости. В модели полагалось, что реакции идут в жидкой фазе. Расход реагента в двух последовательно-параллельных реакциях был описан системой кинетических уравнения для двух реакций.

Задача решена численно. Расчеты содержат информацию о влиянии параметров модели на поле температуры, концентрацию реагентов и скорость горения. Исследование показали, что существуют критические значения параметров разделяющий колебательный и стационарный режим распространения фронта реакции. Была найдена область параметров приводящих к устойчивому автоколебательному режиму распространения волны реакции в порошковой смеси реагентов.

Работа выполнена при поддержке РНФ, грант № 17-19-01425.