

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИКРОСФЕР НИКЕЛЯ МЕТОДОМ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ

Г.В. Трусов^{1,2*}, А.Б. Тарасов^{2,3}, Д.О. Московских², А.С. Рогачев^{1,2}, А.С. Мукасян^{2,4}

¹Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук им. А.Г. Мержанова, Черноголовка, Россия;

²Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия;

³Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

⁴Университет Нотр-Дам, Нотр-Дам, США

*german.v.trusov@gmail.com

Никель наиболее востребованный материал для научных и промышленных применений. Он широко используется в различных формах и модификациях в качестве катализаторов, магнитных материалов, для медицинских целей [1]. Несмотря на множество различных подходов, разработанных для получения никеля с требуемыми свойствами, прямой синтез однофазных материалов до сих пор привлекает большое внимание.

Как было показано недавно в научной литературе, метод "горения растворов" является одним из наиболее перспективных кандидатов для производства никеля с управляемыми свойствами [2]. Метод основан на использовании сильно экзотермических самораспространяющихся окислительно-восстановительных реакций между нитратами металлов и органических "топлив", которые смешиваются на молекулярном уровне в водном растворе. Нагрев реакционного раствора приводит к испарению воды и образованию гомогенной реакционной смеси, с последующим иницированием экзотермической реакции с последующим выделением большого количества тепла. Интенсивный адиабатический саморазогрев окружающей среды и выделение большого количества газообразных продуктов способствует образованию нанокристаллических агрегатов представляющих собой каркасную структуру. Дальнейшее развитие метода направлено на преодоление агрегации наночастиц.

В настоящей работе мы разработали реакцию горения раствора в отдельных каплях микронных размеров, генерируемых ультразвуковым генератором аэрозолей с использованием окислителя и топлива, а именно нитрата никеля и глицина. Реакционный водный раствор распыляется в предварительно нагретую до 800°C кварцевую трубчатую печь для получения серого порошка в зависимости от температуры и скорости движения аэрозольного потока. Фазовый состав, морфология и

оптические свойства порошков были изучены методами РФА, СЭМ, ПЭМ и адсорбции БЭТ. Магнитный порошок, полученный при высокой температуре и низкой скорости потока имеет хорошо закристаллизованную однородную фазу металлического никеля. Порошок состоит из не агрегированных полых микронных сфер со сложной внутренней структурой, а также демонстрирует высокие значения удельной площади поверхности.

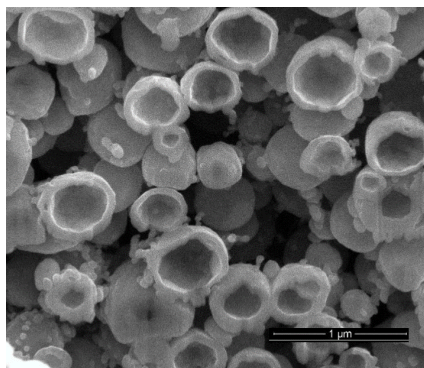


Рисунок 1. Микроструктура высокопористого материала никеля, состоящего из металлических микросфер никеля.

Металлические пористые материалы на основе порошков никеля используются в качестве изоляционного материала в системах тепловой защиты (TPS) на многоразовых ракетах-носителях, а также в системах электромагнитной защиты от ЭМИ-излучения.

Для получения такого нового материала, синтезированный порошок никеля спекается методом ИПС (SPS - Spark Plasma Sintering), для создания ячеистой пористой структуры (рис.1) состоящей из металлических микросфер, в которых место межкристаллитных макропор выполняет внутренняя полость микросфер, оболочки которых соединяются перешейками в процессе спекания. Результаты измерения температуропроводности показывают, что металлические образцы, спеченные нанотонкостенными стенками никелевых микросфер, обладают чрезвычайно низкой теплопроводностью, что подтверждает их использование в качестве материалов для тепловой защиты.

Литература

1. S.T. Aruna, A.S. Mukasyan, Combustion synthesis and nanomaterials // Current Opinion in Solid State and Materials Science, 2008, 12 (3), pp. 44-50.
2. K. Manukyan, Allison Cross, S. Roslyakov, S. Rouvimov, A. Rogachev, Eduardo E. Wolf, and A. Mukasyan, Solution Combustion Synthesis of Nano-Crystalline Metallic Materials: Mechanistic Studies // J. Phys. Chem. C, 2013, 117 (46), pp. 24417–24427.