

ной отрицательных результатов исследования может служить тот факт, что параметры различных партий шликера (вязкость, рН, влажность, гранулометрический состав) отличаются между собой, но при этом они могут иметь определяющее значение в процессе спекания керамического материала, в отличие от концентрации коллоидного компонента.

Для дальнейших исследований целесообразно использовать одну и ту же партию шли-

кера, и искусственно вводить в нее различные количества золя  $\text{SiO}_2$ . Таким образом, если при прочих равных условиях содержание в шликере высокодисперсных частиц кремнезема оказывает определяющее влияние на процесс спекания кварцевой керамики, то можно будет четко проследить зависимость кажущейся плотности образцов после обжига от концентрации коллоидного компонента.

### Список литературы

1. Харитонов Д.В., Макаров Н.А., Анашкина А.А., Моторнова М.С. // *Стекло и керамика*, 2018. – №5. – С.24–29.
2. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. *Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема*. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 208с.

## ПОЛУЧЕНИЕ СПЛАВА Fe-Co МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПРОВОДНИКА

А.А. Барышников, М.Н. Титов

Научный руководитель – к.т.н., доцент отделения естественных наук А.В. Пустовалов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, rts.gsd1997@gmail.com

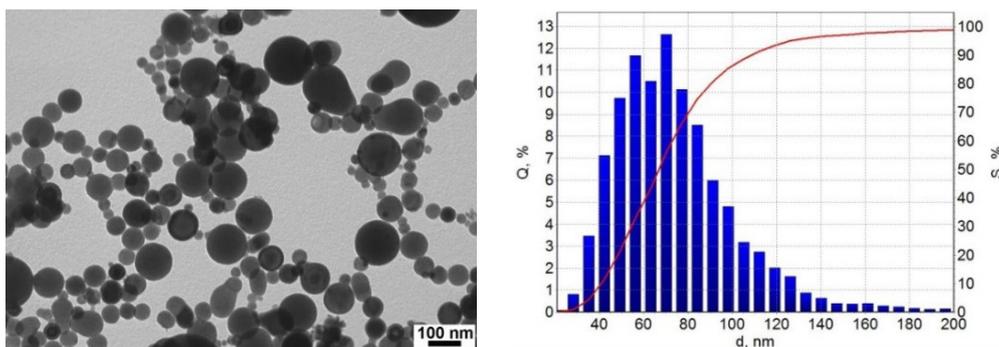
Сплавы на основе железа и кобальта, благодаря своим высоким магнитным характеристикам, находят широкое применение в технике [1]. Однако такие сплавы обладают очень высокой хрупкостью, что затрудняет их использование: сплав не может быть подвергнут холодной прокатке. В настоящее время быстро развивается технология 3D печати, в том числе и различные способы создания необходимых деталей с применением лазерного нагрева металлических порошков. Такие технологии позволяют достаточно быстро создавать необходимую деталь путем ее послойного «выращивания». В литературе известно достаточно много способов получения различных порошков, состоящих как из монометалла, так из сплава или интерметаллида [2]. Одним из таких способов является метод электрического взрыва проводника (ЭВП) [3]. В данной работе исследована возможность получения металлических порошков сплава FeCo путем совместного электрического взрыва скрученных между собой железного и кобальтового проводников.

Описание работы установки рассматривается в работе [3]. Для экспериментов использовали стальную проволоку марки СВ08 проволоку диаметром 0,3 и 0,4 мм (содержание Fe не менее 98,5 масс.%), а также кобальтовую проволоку марки К1 диаметром 0,15 и 0,3 мм (содержание

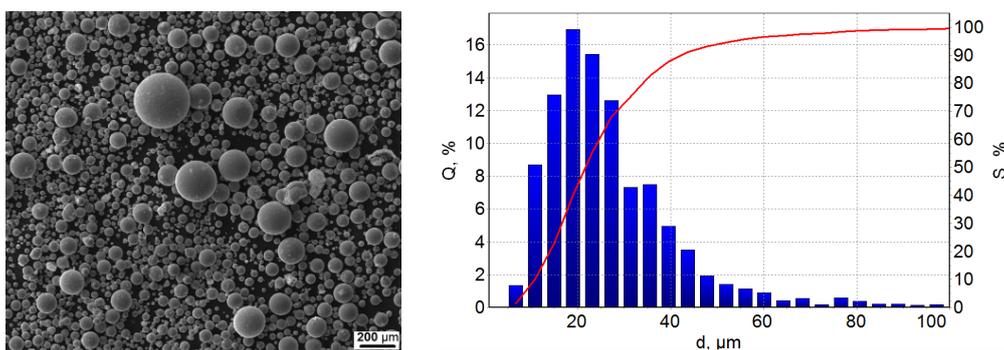
Co не менее 99 масс.%). Эксперименты осуществляли с использованием конденсаторной батареи суммарной емкостью 2,7 мкФ, которую заряжали до начального уровня напряжения 30 кВ. Длина взрываемого проводника составляла 70 мм, все эксперименты осуществлялись в среде аргона при давлении 2 атм. Для получения порошков были выбраны два режима взрыва – первый взрыв без паузы тока с удельным уровнем вводимой в проводник энергии равным две энергии сублимации металлов (для данного сплава  $e_c$  была принята равной 44,8 Дж/мм<sup>3</sup>) для обеспечения данного режима использовали скрутку из 2-х проводников Fe – 0,3 мм и Co – 0,15 мм. Второй режим получения – ЭВП в режиме плавления проволоки. Уровень удельной вводимой энергии составлял  $0,3e_c$ , для его осуществления использовали скрутку из 4-х проводников 3-х железных 0,4 мм и одного кобальтового 0,3 мм.

На рисунке 1 приведена фотография частиц и гистограмма их распределения по размерам для порошка, полученного по первому режиму ЭВП.

Частицы сферической формы, с основным размером 20–200 нм, максимум распределения 60–80 нм. По данным рентгенофазового анализа порошки полностью состоят из сплава  $\text{Fe}_{80}\text{Co}_{20}$ .



**Рис. 1.** Фотография частиц порошка, полученного в первом режиме ЭВП, а также гистограмма распределения частиц по размерам



**Рис. 2.** Фотография частиц порошка, полученного во втором режиме ЭВП, а также гистограмма распределения частиц по размерам

На рисунке 2 приведены фотографии частиц, полученных во втором режиме ЭВП – плавление проводника.

В порошке присутствуют как мелкие «нанометровые» частицы, но их массовая доля не велика и составила около 10% от всего взорванного материала, так и крупные «микронные» – средний размер около 20 мкм. По данным энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, выполненной на растровом электронном микро-

скопе, «микронные» частицы состоят из Fe и Co в процентном соотношении около 80 и 20 соответственно, что близко к соотношению металлов в исходном проводнике.

Таким образом, метод электрического взрыва скрученных проводников, позволяет получать частицы, содержащие взрывающиеся металлы. Варьирование начальных условий ЭВП позволяет получать наноразмерные порошки и микронные частицы.

### Список литературы

1. Захаров Ю.А., Пугачев В.М., Попова А.Н., Ростовцев Г.А., Богомяков А.С. // Вестник КемГУ, 2013.– Т.3.– №3.– С.80–81.
2. Осокин Е.Н. Процессы порошковой металлургии.– Красноярск: ИПК СФУ, 2008.– 418с.
3. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Коршунов А.В. Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.– 196с.