

микроскопии (ПЭМ). По результатам установили, что частицы образцов были неправильной формы, близкой к сферической. Средний размер отдельных частиц составляет около 40 нм и мелких слипшихся частиц 5–15 нм.

На сравнительном графике зависимости степени превращения СО в реакции окисления (рис. 1) видно, что допирование ионом Bi^{3+} катализатора $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,2}\text{Gd}_{0,1}$ приводит к увеличению каталитической активности, что связано

с образованием анионных вакансий и повышением кислородонакопительной емкости. Наибольшей активностью обладает образец $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,1}\text{Gd}_{0,05}\text{Bi}_{0,05}$, наименьшую активность проявляет образец $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,1}\text{Nd}_{0,05}\text{Bi}_{0,05}$.

На основании проведенной работы можно сделать вывод о целесообразности допирования твердых растворов Ce–Zr ионами редкоземельных металлов для повышения каталитической активности систем.

Список литературы

1. *Matthew J. Pollard, B. André Weinstock, Thomas E. Bitterwolf, Peter R. Griffiths, A. Piers Newbery, John B. Paine III // Journal of catalysis, 2008. – №254. – P.218–225.*
2. *Trovarelli A. Catal. Catalysis by ceria and related materials. – London: Imperial College Press, 2002. – V.2. – 528p.*

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА Mo–Cu ИСКРОВЫМ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

Ю.Н. Половинкина, Ю.Л. Шаненкова

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Ивашутенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tpu@tpu.ru

В последнее время композиты по основе Mo–Cu активно применяются в качестве уплотнительных материалов, электрических контактов, радиаторов и т.д. [1] ввиду отличных физических свойств таких как высокая теплопроводность и электропроводность, низкий коэффициент теплового расширения, малый вес, хороший высокотемпературный режим [2]. Чаще всего композиты Mo–Cu изготавливаются путём инфильтрации Cu в скелете Mo или жидкофазного спекания порошковых смесей Mo–Cu. Поскольку система Mo–Cu проявляет взаимную несовместимость и низкий уровень растворимости, прессованные порошки Mo–Cu демонстрируют очень слабую спекаемость даже при достижении температуры, выше температуры плавления чистой меди. Взаимная спекаемость порошков Mo–Cu может быть увеличена за счёт добавления небольшого количества металлов, таких как Co, Ni или Fe. Однако такие добавки оказывают отрицательное влияние на электрические и тепловые свойства сплавов Mo–Cu. В работе предлагается получение металлических композитов Mo–Cu посредством спекания порошков в установке искрового плазменного спекания (SPS). Метод является экологически чистым, позволяет сохранить мелкозернистую

структуру, что благоприятно сказывается на свойствах конечного продукта. Также к достоинствам можно отнести малую продолжительность спекания и равномерное спекание разнородных и однородных материалов.

В работе [3] было отмечено про изготовление 6 объёмных образцов методом SPS. Порошки молибдена и меди в соотношении 70 к 30 соответственно предварительно смешивались в WC мельнице, а затем спекались при следующих параметрах: давление поддерживалось на уровне 60 МПа, время выдержки составляло 10 минут, окружающая среда – вакуум. Температура спекания изменялась в диапазоне от 1000 °С до 1100 °С шагом в 20 °С. Полученные образцы были исследованы на фазовый состав, микроструктуру, а также определена величина твёрдости по Виккерсу. По результатам было определено, что оптимальной температурой спекания является 1060 °С.

Для тех же композитов были проведены дополнительные исследования по теплопроводности. Нагрев проходил в диапазоне от 100 до 500 °С, также были сняты характеристики при комнатной температуре. Выяснилось, что худшую теплопроводность имеют образцы, полученные при $t_{\text{спек}} = 1080\text{ °С}$ и $t_{\text{спек}} = 1100\text{ °С}$ ввиду

уменьшения объема меди в процессе спекания. Наилучшей теплопроводностью обладает образец с температурой спекания 1040 °С, максимальное значение которого достигает 151,45 Вт/(м•К) (при комнатной температуре). Образец, полученный при 1060 °С, имеет несколько сниженную теплопроводность – это может свидетельствовать о том, что произошла частичная потеря меди за время протекания процесса. Возможно, это произошло ввиду того, что медь была получена плазмосинтезом, и в порошке присутствовали примеси, которые, в свою очередь, отрицательно повлияли на температуру плавления меди.

Также полученные образцы были исследованы на электропроводность. Результаты анализа электропроводности показали, что поначалу электропроводность возрастает, но после достижения 1040 °С, где имеет максимальное значение (1,7 МСм/м), данная характеристика резко падает, преимущественно для образцов, полу-

ченных при 1080 °С и 1100 °С. Причиной этого является то, что по своей природе медь имеет гораздо более высокую электропроводность, нежели молибден. При достижении слишком больших температур медь вытекла из образцов, что привлекло за собой появление огромного количества пор.

В работе представлены результаты, свидетельствующие о получении металлических композиционных материалов на основе порошков Мо–Си методом искрового плазменного спекания. Образцы были дополнительно исследованы на теплопроводность и электропроводность. Наилучшие показатели были достигнуты для композита, спечённого при 1040 °С. Т.к. показатели теплопроводности и электропроводности более важные, нежели твёрдость, для различных электрических контактов и т.п., отсюда делаем вывод, что данная температура является наиболее оптимальной для получения композитов Мо–Си.

Список литературы

1. Rosalie J.M. et. al. // *Journal of Materials Science*, 2017.– Vol.52.– №16.– P.9872–9883.
2. Wang D. et. al. // *Journal of Alloys and Compounds*, 2013.– Vol.555.– P.6–9.
3. Ю.Л. Шаненкова, Ю.Н. Половинкина // *Химия и химическая технология в XXI веке:*

материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, г. Томск, 29 мая – 1 июня 2017 г.– С.116–117.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ДЕМАНГАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРОЦЕССЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗВЕСТНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

А.Д. Пыкина, С.О. Казанцев, И.В. Мартемьянова
 Научный руководитель – д.х.н., профессор Е.И. Короткова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, martemdv@yandex.ru*

Известно, что при использовании подземной воды в хозяйственных и питьевых целях её предварительно необходимо очистить от содержащихся в ней примесей. Самыми серьёзными и распространёнными загрязнителями в подземной воде являются железо, и марганец которые находятся в растворённом состоянии. [1]. Самым распространённым способом по их удалению из подземной воды является использование каталитических материалов.

Является актуальной работа по сравни-

Таблица 1. Удельная поверхность и удельный объём пор у каталитических материалов

Образец	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объём пор, см ³ /г
МС	11,5	0,005
МФО-47	4,4	0,002
Birm	3,4	0,001
ОДМ-2Ф	28,6	0,013