

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Трусова Германа Валентиновича

“Научные основы высокотемпературного синтеза наноструктурированных микросфер Ni из реакционных аэрозолей и создания высокопористых материалов путём искрового плазменного спекания микросфер”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Диссертация Трусова Г.В. посвящена разработке нового перспективного подхода к синтезу наноструктурированных полых никелевых микросфер, в основе которого лежит так называемый синтез горением реакционных аэрозолей (СГРА). Данный метод представляет собой оригинальную реализацию глицин-нитратного способа получения нанодисперсных порошков металлов и их оксидов, характеризующийся тем, что стадия пиролиза протекает в режиме горения в микрообъемах (микро-реакторах), образованных аэрозольными каплями, что идеально подходит для формирования полых микросфер микронного и субмикронного размера. Развитие данного метода синтеза, несомненно, является важной, актуальной и интересной задачей современного химического материаловедения. Практическое значение диссертационной работы Трусова Г.В. обусловлено высокой востребованностью материалов на основе нанодисперсного никеля в качестве твердотельных катализаторов, используемых для гетерогенного гидрирования органических соединений, а также в некоторых других процессах химического катализа. Кроме того, высокопористые материалы на основе никелевых микросфер могут найти применение в качестве экранов высокочастотного электромагнитного излучения, а также теплоизолирующих материалов.

Экспериментальная часть диссертационной работы содержит детальное исследование влияния параметров и режимов проведения СГРА на состав и микроструктуру получаемых продуктов. Автором выполнен большой объем исследовательской работы. В частности, были определены условия (температура, соотношение горючее/окислитель, химическая природа газа-носителя и др.), обеспечивающие формирование полых никелевых микросфер заданного размера. Кристаллографическая и микроструктурная характеристика продуктов выполнена с использованием методов рентгеновской дифрактометрии, в том числе динамического РФА, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Выбор указанных методов представляется вполне уместным и обоснованным, т.к. он позволил получить детальную информацию о фазовом составе продуктов и их микроструктуре. Кроме того, автором была выполнена численная оценка некоторых временных и размерных характеристик, в частности, таких как: время разогрева капли; время выравнивания концентрации внутри капли; средний диаметр капель аэрозоля; средний диаметр сферических частиц; толщина стенки микросфер. Это позволило судить о характере и полноте химических и микроструктурных трансформаций, происходящих в процессе СГРА. На основании полученных данных был предложен механизм формирования полых сферических частиц никеля.

Другой важной задачей, которую автор решал в диссертационной работе, было получение высокопористого материала на основе синтезированных порошков никелевых микросфер. Для этой цели в работе был использован метод искрового плазменного спекания без приложения давления, либо с приложением крайне низкого одноосевого нагружения, при котором величина давления не превышала 0.8 МПа. Был предложен механизм спекания, который включал в себя как спекание наночастиц

никеля, образующих стенки микросфер, так и спекание микросфер друг с другом. У полученных высокопористых материалов был изучен комплекс каталитических, механических и теплофизических свойств и показана перспективность их использования в качестве катализаторов, легковесов, способных нести конструкционную нагрузку, а также материалов для тепловой защиты.

В качестве замечания необходимо указать следующее:

1) Приведённая на стр. 9 автореферата химическая реакция (1) не адекватно описывает процесс синтеза при использовании аргона и/или азота в качестве газа-носителя, поскольку она описывает ситуацию "дожигания" горючего кислородом воздуха. Для случая недостатка горючего ($\varphi < 1$) эта реакция также неприменима, т.к. в этом случае коэффициент при молекулярном кислороде отрицательный.

2) Целесообразность применения метода искрового плазменного спекания без давления не является очевидной. Для подтверждения его эффективности при спекании никелевых микросфер, возможно, следовало бы сопоставить полученные результаты со спекаемостью указанных материалов обычным термическим обжигом, например, в муфельной печи.

Несмотря на высказанные замечания, следует признать, что диссертационная работа Трусова Г.В. является законченным и самостоятельным научным исследованием в области химической физики горения. Она полностью соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор диссертационной работы, Трусов Герман Валентинович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Ведущий научный сотрудник лаборатории керамического материаловедения
Института химии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
Федерального исследовательского центра "Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук" (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), кандидат химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, доцент



Истомин Павел Валентинович
19 июня 2023 года

Адрес: 167982, Россия, Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.

Телефон: (8212)21-84-77

Электронная почта: istomin-pv@chemi.komisc.ru

Подпись Истомина П.В. заверяю.
Учёный секретарь института химии
ФИЦ Коми научного центра УрО РАН, к.х.н.



И.В. Ключкова