

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
ННТУ "МИСиС"



М.Р. Филонов

2017

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" на диссертационную работу Иванова Александра Владимировича "Разработка технологии получения новых композиционных материалов на основе Al-Al₂O₃ с использованием реакционного спекания на воздухе порошковых алюминиевых заготовок", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 "Порошковая металлургия и композиционные материалы"

Актуальность темы

Развитие современной техники предъявляет все более жесткие требования к эксплуатационным характеристикам применяемых материалов. Во многих случаях удовлетворить комплекс требований способны только композиционные материалы (КМ) с различными матрицами: металлическими, керамическими, полимерными, углеродными. Следует отметить, что технологии производства многих композитов являются длительными (по количеству выполняемых операций), требующими использования сложного, дорогостоящего оборудования, и, соответственно затратными.

Кроме этого, необходимо отметить, что в последнее время отчетливо наметилась тенденция разработки и получения композиционных материалов, в которых матрица сама является композитом (дисперсионно-твёрдеющим или дисперсно-упрочненным), что позволяет добиться более высоких свойств конечного изделия.

В связи с этими двумя обстоятельствами исследование процессов получения КМ с матрицей Al-Al₂O₃, получаемой с использованием технологически несложного

реакционного спекания в воздушной атмосфере, а также процессов формирования структуры и свойств композита в целом представляется своевременным и актуальным с научной и практической точки зрения.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов по работе и списка литературных источников из 127 пунктов. Материал изложен на 191 странице, содержит 69 иллюстраций и 11 таблиц.

В работе проведен обзор технологий создания композиционных материалов типа "металл - оксид металла" (так называемых керметов), при этом основное внимание уделяется Al-Al₂O₃, как системе, обладающей уникальным комплексом свойств. Показана перспективность использования реакционного спекания в воздушной среде (фактически самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в режиме фильтрационного горения) для формирования необходимой структуры в данной системе.

В работе выполнена разработка способов гранулирования алюминиевой пудры ПАП-2. Автором изучено достаточно большое количество методов гранулирования, как с использованием технологических приемов, реализуемых на простейшем технологическом оборудовании, так и с использованием высокоэффективного современного оборудования (планетарно- центробежных мельниц). К безусловным достоинствам работы следует отнести разработку метода гранулирования алюминиевой пудры с использованием реакции омыления стеарина, который позволяет в конце технологической цепочки изготовления КМ получить материал с небольшим количеством углерода, способного улучшить триботехнические свойства.

Также в работе исследованы процессы реакционного спекания гранулята, полученного по различным методам. В ходе исследований получены интересные результаты, связанные с установлением предельного давления прессования, позволяющего реализовывать реакционное спекание в объеме заготовки, и с заметной анизотропией усадки в условиях одновременного существования жидкой фазы (расплавленного алюминия) и твердой фазы в виде каркаса из Al₂O₃. К важным результатам также следует отнести изучение влияния жидкого стекла, вводимого в первую очередь как связки при гранулировании, на активацию процессов формирования фаз в ходе реакционного спекания. Фактически установлено, что жидкое стекло способно выполнять двойную функцию при получении композита Al-Al₂O₃. Справедливость предложенных уравнений химических реакций с участием соединений кремния и натрия была подтверждена рентгенофазовым анализом спеченного материала.

Вместе с этим также показано, что технология, использующая гранулирование в планетарно-центробежной мельнице, также имеет большие перспективы благодаря высокой насыпной плотности такого гранулята.

В диссертации описаны эксперименты по получению композитов с керметной матрицей и различными наполнителями в расчете на получение материалов для различных областей применения. С точки зрения прочностных свойств конечных материалов получен вполне ожидаемый результат - наивысшую прочность показали слоистые композиты с наполнителями в виде стальных и титановых волокон, однако следует отметить, что эти прочностные показатели были получены по достаточно простой технологии.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор корректно применяет известные методики оценки свойств порошков и порошковых материалов. Использование растровой электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, другой современной аналитической аппаратуры позволяет утверждать, что представленные результаты не противоречат научным предположениям, сделанным автором работы.

Оценка достоверности

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается использованием взаимодополняющих методов исследования структуры и свойств разработанных материалов.

Оценка научной новизны

Существенными научными результатами можно считать:

1. Установление факта активации гидросиликатом натрия реакционного спекания в системе Al-Al₂O₃.
2. Изучение химической реакции стеарата натрия с глицерином в условиях термообработки с позиций формирования углеродсодержащих слоев в конечном материале.
3. Исследование процесса реакционного спекания (СВС в режиме фильтрационного горения) в зависимости от условий формования заготовок и установление зависимости преобладающих механизмов от давления формования и соответственно структуры заготовок.

Практическая значимость работы

1. Разработаны эффективные методы гранулирования алюминиевой пудры, которые могут быть реализованы на различном оборудовании в различных технологических цепочках.
2. Разработан простой способ получения керметов в системе Al-Al₂O₃, а также композиционных материалов с матрицей Al-Al₂O₃ и различными наполнителями.

Замечания по диссертации

1. В тексте диссертации автор использует целый ряд нетрадиционных для порошковой металлургии терминов, например, «пустотность» вместо «пористость свободной насыпки».

2. При обработке данных по уплотнению гранулированной алюминиевой пудры автор справедливо использует логарифмическое уравнение М.Ю. Бальшина, однако конечный результат обработки представлен в виде уравнения вида $Y = Ax + B$, а не в виде величин P_{max} и показателя прессования m .

3. Совершенно оправданно решив ввести количественную характеристику изменения плотности порошка при переходе от состояния свободной насыпки к состоянию виброукладки, автор использует одновременно две характеристики: $T = \gamma_{нас} / \gamma_{утр}$ и $S_y = (\gamma_{утр} - \gamma_{нас}) / \gamma_{нас} \cdot 100\%$, которые во многом дублируют друг друга. Целесообразно остановиться на второй характеристике.

Вместе с тем, перечисленные замечания не снижают ценности данной работы, выполненной на высоком научном и методическом уровне.

Заключение

Диссертация Иванова Александра Владимировича «Разработка технологии получения новых композиционных материалов на основе Al-Al₂O₃ с использованием реакционного спекания на воздухе порошковых алюминиевых заготовок» является завершенной научно- квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по управлению свойствами гранулированной алюминиевой пудры, формовок из гранулята и реакционно-спеченных заготовок. Полученные результаты обладают научной новизной и практической значимостью, их достоверность не вызывает сомнения. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований и взаимосвязи выводов.

Автореферат и опубликованные работы автора отражают основное содержание работы.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9 - 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертации Иванов Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Отзыв составлен ученым секретарем кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ «МИСиС» Лопатиным Владимиром Юрьевичем

Отзыв принят на заседании кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, протокол №3 от 1 ноября 2017 года. На заседании присутствовали 14 членов из 15. Результаты голосования: "за" – 14, "против" – нет, воздержавшихся – нет.

Заведующий кафедрой ПМиФП, проф., д.т.н.
Ученый секретарь кафедры, доц., к.т.н.



Е.А. Левашов
В.Ю. Лопатин

ФГАОУ ВПО НИТУ "МИСиС"

Местонахождение и почтовый адрес

119049, г. Москва, Ленинский проспект, д.4

www.misis.ru

 22.11.2017