

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Федотова Михаила Александровича** «Разработка физико-химических основ получения полидисперсных порошков оксидов железа химико-металлургическим способом», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности - порошковая металлургия и композиционные материалы 05.16.06

Диссертация Федотова М.А. посвящена актуальной проблеме разработке и созданию технологии производства материала с необходимыми свойствами для использования в области утилизации жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в безопасной форме для окружающей среды. Наиболее распространенным способом утилизации ЖРО низкой и средней активности является цементирование, позволяющее получать прочный конечный продукт в виде цементного компаунда с небольшими капитальными и эксплуатационными затратами.

Для решения этой задачи наиболее перспективным оказался способ получения порошковой композиции, содержащей полидисперсные оксиды железа и углерод, методом восстановления наноразмерного сырья при избытке твердого углерода. Данный метод является наиболее экономичным и технически безопасным по сравнению с водородным восстановлением и позволяет получать порошки оксидов железа с необходимым гранулометрическим составом взамен нанопорошков чистого железа.

Научно-исследовательские работы Федотовым М.А. выполнены в рамках плановой тематики ИМЕТ РАН «Воздействие высококонцентрированных потоков энергии на материалы», программ Президиума РАН и ОХНМ РАН, а также при поддержке Фонда по программе «УМНИК».

Судя по реферату, выполнен большой объем научных исследований при грамотном сочетании многих экспериментальных физико-химических методов, используя современное оборудование высокого класса, что позволяет говорить о высокой надежности полученных результатов. Особой заслугой автора являются использование физико-химических подходов в разработке и в исследовании механизма процессов химико-металлургического способа получения порошковых композиций полидисперсных магнитных порошков оксидов железа с углеродом. Эти материалы приготовлены более производительным и технически безопасным способом по сравнению с процессом водородного восстановления. Оксиды железа используют в качестве активаторов процесса цементирования борсодержащих ЖРО низкой и средней активности, являющихся основным видом отходов АЭС с водо-водяным энергетическим реактором (ВВЭР).

Впервые исследован процесс восстановления нанодисперсного гидроксида железа углеродом с разной дисперсностью. Использование в качестве исходного сырья наноразмерного гидроксида железа и различных видов углерода с высокоразвитой поверхностью позволило снизить температуру начала образования магнитных фаз оксидов железа до 400 °С. Проведенные испытания показали эффективность применения порошков оксидов железа в смеси с углеродом за счет сокращения сроков схватывания цементных растворов с 56 до 2 суток и достижения ранней прочности затвердевшими компаундами. По сравнению с низкотемпературным водородным восстановлением разработанная технология является более экономичной, безопасной и более производительной.



Результаты работы опубликованы в ведущих научных журналах по тематике исследований и доложены на многочисленных российских и международных научных конференциях, что свидетельствует о ее всесторонней апробации.

Автореферат хорошо оформлен и отражает содержание диссертации.

По реферату следует сделать следующие замечания:

1). (С.9) Анализ эффективности выбранных веществ в качестве восстановителей проводился по результатам ДТГ *в гелии*. Результаты для образцов, содержащих 10% дисперсного угля различных марок (рис. 1), показали, что термограммы похожи в отношении главных процессов. На каждой термограмме выше 400 °С присутствует характерный набор из последовательных превращений  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ . Реакция образования магнетита начинается при различных температурах. Во всех образцах процесс магнитизации заканчивается до температуры 800 °С и определяется типом угля.

Автору следовало, исходя хотя бы из химической структуры оксидов, уделить внимание участию кислорода в процессе магнитизации.

2). (С.12) Использование сахарозы в качестве *восстановителя* при нагревании в установке до температуры 600 °С по режиму ступенчатого нагрева в среде *аргона* приводит к образованию магнитных фаз оксидов железа. Это замечание - в качестве вопроса.

3). Можно было бы конкретизировать некоторые выводы.

Сделанные замечания не умаляют высокого научного содержания выполненной диссертантом работы, имеющей большое практическое значение.

Диссертационная работа «Разработка физико-химических основ получения полидисперсных порошков оксидов железа химико-металлургическим способом» полностью соответствует требованиям пункта 9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор, **Федотов Михаил Александрович** безусловно, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности - порошковая металлургия и композиционные материалы 05.16.06.

В.н.с. лаборатории «Электронные и фотонные процессы в полимерных наноматериалах» ФГБУН Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН,  
доктор химических наук, профессор, «ветеран атомной промышленности»

А.А. Ревина

15.03.2017 г.

119071, Москва, Ленинский пр., 31, корп.4  
Тел: +7(495)9554017; e-mail: Alex\_revina@mail.ru

Подпись А.А. Ревиной заверяю  
/ Ученый секретарь ИФХЭ, к.х.н.



И.Г. Варшавская