

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зыкина Михаила Александровича «Фосфаты со структурой апатита, содержащие ионы 3d-металлов в гексагональных каналах, как новые мономолекулярные магниты», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 –химия твердого тела

Диссертация Зыкина Михаила Александровича посвящена фосфатам со структурой апатита, характеризующейся присутствием одномерных гексагональных каналов, в которые могут быть внедрены линейные ионы типа  $[O-M-O]^{n-}$ , где M - 3d-металл. После намагничивания и выключения поля такие нанообъекты могут сохранять остаточную намагниченность в течение достаточно длительного времени, и, по аналогии с трехмерными магнитотвердыми материалами, их называют одноядерными мономолекулярными магнитами. К соединениям с подобными свойствами проявляется большой интерес в различных областях электроники, в частности, в активно развивающейся в последние годы спинtronике, поэтому актуальность рецензируемой работы не вызывает сомнений.

Важной особенностью изученных в данной работе линейных ионов со свойствами мономолекулярных магнитов, в отличие от большинства известных аналогов, является то, что они внедрены в стабильную неорганическую матрицу, а не представляют собой комплекс с объемными органическими лигандами, который, в большинстве случаев, оказывается неустойчивым на воздухе. При этом зарегистрированные практически важные характеристики синтезированных образцов (в частности, высота энергетического барьера перемагничивания и максимальное время релаксации намагниченности) соответствуют уровню свойств лучших из известных мономолекулярных магнитов на основе тех же металлов. Эти характеристики определяют не только научную, но и практическую значимость работы докторанта.

В работе использован широкий набор современных физико-химических методов исследования образцов, что подтверждает достоверность и надежность экспериментальных данных. Следует отметить тщательность проведенных исследований и также стремление автора исключить неоднозначность полученных результатов. Так, в связи с возможностью встраивания в гексагональные каналы, наряду с изучаемыми ионами 3d-металлов, пероксид-ионов Зыкиным было проведено дополнительное изучение закономерностей внедрения пероксид-ионов в исследуемые фосфаты. Для детального исследования ионов меди в различных степенях окисления, которые могут одновременно

существовать в исследуемых образцах, автором был проведен целый ряд дополнительных отжигов в различных условиях.

Научные результаты, полученные в работе, являются оригинальными и удовлетворяют требованиям новизны, предъявляемым к диссертационной работе. Вместе с тем, следует отметить некоторые недочеты, касающиеся содержания и оформления автореферата диссертации.

В автореферате, несмотря на широкое применение при исследовании структуры фосфатов (что отражено в описании экспериментальной части) метода рентгеновской дифракции, к сожалению, не приведено ни одной рентгенограммы исследованных образцов. Кроме того, в автореферате было бы целесообразно привести изображение структуры фосфата стронция, содержащего в гексагональных каналах ионы меди, которая была уточнена автором при выполнении работы.

Высказанные замечания относятся к оформлению автореферата и не влияют на качество работы в целом и достоверность полученных результатов.

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, в редакции от 30.07.2014 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Зыкин Михаил Александрович – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела.

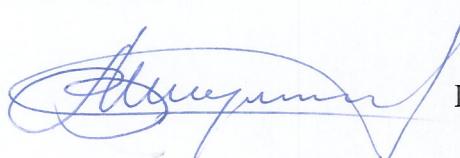
Заведующий лабораторией постоянных магнитов

института новых материалов и технологий

Национального исследовательского технологического

университета «МИСиС»,

старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.

 В.П. Менущенков

119991, г. Москва, Ленинский пр., д. 4

телефон: 8 (495) 339-69-33

электронная почта: [menushenkov@gmail.com](mailto:menushenkov@gmail.com)

Подпись Менущенкова В.П. заверяю:

