

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Та Ань Туан «Синтез и физико-химические характеристики стеклообразных систем $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ и $\text{SiO}_2\text{-CaO-P}_2\text{O}_5$, допированных соединениями d-элементов (Zn , Fe , Mn)» представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности

1.4.1 – Неорганическая химия.

Работа Та Ань Туан посвящена разработке и оптимизации новых методик золь-гель синтеза для многокомпонентных систем на основе оксида кремния, оксида кальция и оксида фосфора (V), допированных соединениями d-элементов (Zn , Fe , Mn) для дальнейшего использования в качестве биостекол, а также исследованию структуры и физико-химических свойств. Впервые с использованием методики некаталитического гидротермального золь-гель синтеза получен широкий ряд стеклообразных систем следующего состава $60\text{SiO}_2-(40-x)\text{CaO}-x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($x = 0, 1, 3, 5$ мол. %), $70\text{SiO}_2-(30-x)\text{CaO}-x\text{ZnO}$ ($x = 1, 3, 5$ мол. %), $60\text{SiO}_2-(36-x)\text{CaO}-4\text{P}_2\text{O}_5-x\text{ZnO}$ ($x=1, 3, 5$ мол. %), $70\text{SiO}_2-(26-x)\text{CaO}-4\text{P}_2\text{O}_5-x\text{MnO}$ ($x=0, 3, 5$ мол. %).

При выполнении работы автором был выполнен большой объем экспериментальной работы. Был проведен синтез исследуемых соединений с последующей их характеризацией целым спектром методов, такими как: термогравиметрический анализ/дифференциальная сканирующая калориметрия (ТГ/ДСК), дифракция рентгеновских лучей (XRD), ИК спектроскопия (FTIR), рентгенофлуоресцентная спектроскопия (XRF), низкотемпературная адсорбция/десорбция азота (методы Брунауэра-Эмметта-Теллера и Барретта-Джойнера-Халенда), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ); полеэмиссионная сканирующая электронная микроскопия (ПЭ-СЭМ); просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), оптическая эмиссионная спектрометрия (ICP-OES), энергодисперсионная спектроскопия (EDS), магнитометрия, исследования биоактивности *in vitro* в симулированной телесной жидкости SBF, исследования биосовместимости *in vitro* на клеточных линиях остеобластов.

Были разработаны новые методики синтеза системы $70\text{SiO}_230\text{CaO}$ методами гидротермального золь-гель синтеза с сокращением времени гелеобразования и с отсутствием кислотного остатка. В описываемых методиках диссертантом был реализован принцип «зеленой химии» с исключением кислотного катализатора. Полученные образцы обладали аморфными свойствами и по фазовому составу аналогичны образцам,

синтезированным традиционным золь-гель методом. При этом ионы Fe (III) индуцируют магнитные свойства систем с сохранением биоактивности.

Биоактивность подтверждена наличием кристаллических пиков, типичных для минеральных слоев гидроксиапатита и наблюдаемых в спектре рентгеновской дифракции при замачивании образцов в растворе SBF, позволяя отнести полученные системы к биостеклам. При добавке соединений d-элементов с увеличением содержания Fe_2O_3 , ZnO , MnO биоактивность снижается.

Диссертант доказал свою высокую научную квалификацию, а результаты диссертационной работы представляют несомненный научный и практических интерес. Они полезны как для разработки методик и получения различных биостекол $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ и $\text{SiO}_2\text{-CaO-P}_2\text{O}_5$, так и для выявления связей физико-химических свойств получаемых стеклообразных структур с количеством легирующих компонентов и условий синтеза.

Тем не менее, следует отметить следующие замечания:

1. на стр. 7 на рис. 2 оба графика представлены в черном цвете. В результате чего становится проблематично различить принадлежность графиков к одной из осей Y. Хотя, на рис. 15, на стр. 12, данные графики представлены в двух цветах.
2. на стр. 8, на рис. 5 представлены результаты ПЭМ исследований образца $70\text{SiO}_230\text{CaO}$. При этом в тексте автореферата говорится, что «На ПЭМ-изображении видны почти сферические частицы размером от 20 до 30 нм». Однако, по представленным ПЭМ-изображения сложно однозначно утверждать о сферичности наблюдаемых частиц.
3. присутствует ряд замечаний к результатам магнитометрии:
 - на стр. 12, на рис. 14 приведены петли магнитного гистерезиса. При этом оси OX и OY, проходящие через точку 0 отсутствуют. Что значительно усложняет восприятие результатов магнитометрии.
 - размерность оси Y на графике - эме. Однако, при обсуждении результатов магнитометрии, намагниченность насыщения приводится в эме/г. Что значительно затрудняет анализ приведенных петель, так как массы исследуемых образцов в автореферате также не приведены.
 - в тексте говорится: «Для $60\text{S}39\text{C}1\text{Fe}$ H_s и M_s соответственно равны 34.83 Э и 0.13 эме/г.» Говорить о значениях коэрцитивной силы в десятках Эрстеда, с точностью до сотой Эрстеда, при приведенном графике с шагом оси X в 5

тысяч Эрстед представляется некорректным. При отсутствии осей ОХ и ОУ на графике, а также без приведения увеличенной области пересечения петлями гистерезиса данных осей – данные значения, а главное точность их определения, вызывают вопросы.

4. В тексте автореферата присутствует незначительное количество опечаток и ошибок.

Отмеченные замечания не уменьшают научной значимости выполненной соискателем работы.

Из автореферата можно заключить, что и по объему, и по оригинальности полученных результатов, их достоверности, научной и практической значимости диссертационная работа «Синтез и физико-химические характеристики стеклообразных систем $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ и $\text{SiO}_2\text{-CaO-P}_2\text{O}_5$, допированных соединениями d-элементов (Zn, Fe, Mn)» удовлетворяет всем требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Та Ань Тuan, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Согласен с обработкой персональных данных, включения их в аттестационное дело соискателя, вывешивание отзыва на сайте ФГБОУ ВО «КНИТУ».

«26» апреля 2023

Волчков Иван Сергеевич,
кандидат физико-математических наук,
научный сотрудник лаборатории роста тонких пленок
и неорганических наноструктур

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН,



Волчков И.С.

119333, Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 59

Тел.: 8 (499) 135-44-00

E-mail: volch2862@gmail.com

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

к.ф.-м.н.



Вход. № 05-2649
«19» 05 2023 г.
подпись



Архарова Н.А.