

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Нгуен Тхи Ван Ань «СИНТЕЗ MgAl-, MgFeGa- И ZnFeGa-СЛОИСТЫХ
ГИДРОКСИДОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОГНЕСТОЙКИЕ И
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА
ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНАМИ», представленную на соискание ученой
степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Работа Нгуен Тхи Ван Ань посвящена синтезу и исследованию слоистых двойных и тройных гидроксидов (СДГ и СТГ) которые применяются как «безопасные» неорганические антипирены, т.к. во время работы не выделяют ядовитых газов. На практике для получения требуемых характеристик огнестойкости в полимер приходится вводить большое содержание гидроксидов, что приводит к значительному увеличению массы и снижению механических свойств конечных изделий. В данной работе поставлена актуальная цель – синтез новых СТГ с улучшенными характеристиками. Полученные результаты не только позволяют оценить **практическую ценность** синтезированных СТГ, но вскрывают ряд важных физико-химических закономерностей их работы, поэтому работа является актуальной как с научной, так и с практической точек зрения.

В работе проведен синтез различных двойных (традиционных антипиренов) и тройных гидроксидов, причем синтез MgFeGa-СТГ и ZnFeGa-СТГ (ZFG-СТГ) выполнен впервые. Обсуждены результаты исследования кристаллической структуры полученных гидроксидов и сделан вывод, что при определенной стехиометрии у всех синтезированных соединений формируется слоистая структура гидротальцита. Синтезированный ZFG-СТГ имеет характерные дифракционные пики, которые хорошо согласуются со структурой гидротальцита: ионы $(\text{OH})^-$ образуют плотнейшую гексагональную упаковку, в которой каждый слой состоит из двух плоских листов, параллельных плоскости (0001). Октаэдрические пустоты между ионами гидроксила заполняются ионами М, имеющего шестерную координацию (связаны с тремя ионами $(\text{OH})^-$ - одного листа и с тремя ионами другого листа). В Мессбауэровских спектрах образцов с разной стехиометрией ZFG-СТГ автор четко идентифицирует октаэдрическое кислородное окружение иона Fe^{3+} и его валентность, что подтверждает правильность описания автором полученной кристаллической структуры ZFG-СТГ. В работе приведены рентгеноструктурные данные для всех синтезированных слоистых гидроксидов и сделаны аналогичные выводы.

Автором также изложены результаты исследования влияния каждого типа синтезированных слоистых гидроксидов на огнестойкие и механические свойства полиуретановых (ПУ) композитов ПУ/СТГ и ПУ/СДГ. В том числе получены результаты исследования влияния размера частиц слоистых гидроксидов и влияния облучения

электронным пучком высокой энергии на огнестойкие и механические свойства литьевого полиуретана.

Все указанные эксперименты выполнялись на современном высокотехнологичном оборудовании, описанном в Главе 1 диссертации. Обработка полученных данных производилась либо с использованием сертифицированного программного обеспечения, либо на основе известных физико-химических законов с учетом погрешностей. Все это обеспечивает **достоверность** полученных результатов.

Следует отметить, что Нгуен Тхи Ван Ань обнаружила два интересных, не описанных ранее в литературе эффекта:

- масштабный эффект – при уменьшении размера частиц антипирена MFG-СТГ с 35 мкм до 60 нм (средний медианный размер) потеря массы композитов ПУ/MFG-СТГ в результате воздействия открытого игольчатого пламени (в соответствии с ГОСТ 27484-87) возрастает с 0.155 г до 0.257 г (Таблица 15), а не уменьшается, как принято считать;
- уменьшение огнестойкости композита ПУ/MFG-СТГ после облучения электронами, когда облучение полиуретана электронами приводит к повышению его огнестойкости, а облучение композита ПУ/MFG-СТГ – к уменьшению, что противоречит общепринятым представлениям.

Обнаруженным эффектам даны правдоподобные объяснения. Эти примеры характеризуют Нгуен Тхи Ван Ань как зрелого специалиста, умеющего принимать самостоятельные решения и успешно решать научные задачи. Вместе с тем автор продемонстрировала ответственное отношение к анализу полученных результатов, сопоставляя их с литературными данными, а в случае расхождений обсуждая возможные причины несоответствий.

Подробный анализ литературных данных, касающихся изучения двойных и тройных гидроксидов позволил автору определить круг вопросов, которые в настоящее время не освещены в публикациях, сформулировать задачи исследования и хорошо спланировать работу, в результате которой получен ряд новых важных результатов.

Результаты работы достаточно полно представлены в докладах на российских и международных научных конференциях, опубликованы в 3-х статьях в рецензируемых научных журналах. Все это свидетельствует о хорошем знании автором предмета исследования и его высокой квалификации.

Диссертация хорошо структурирована, что улучшает восприятие материала. Утверждения и выводы, сделанные в работе, научно обоснованы. Диссертация и автореферат хорошо оформлены и содержат необходимое количество иллюстраций. При ознакомлении с содержанием работы возник ряд вопросов и **замечаний**:

1. Выводы по Главе 1 содержат главным образом констатацию содержания обзора, но не подводят прямо к цели исследования. Затем, в начале Главы 2 сообщается о предложении использовать 3 разных системы слоистых гидроксидов в качестве неорганических антипиренов, но не конкретизировано, почему выбраны именно такие системы для исследования.
2. Описание результатов исследований в части процедуры приготовления образцов и анализа распределения частиц по размерам выполнено недостаточно детально. В частности, не указано как достигалось равномерное распределение гетерогенных частиц в полимере, как производилось определение частиц на лазерном анализаторе (мокрый, сухой режимы?). Что означает средний размер частиц – среднесчетный, среднемассовый или какой-то другой?
3. В сравнительных испытаниях на огнестойкость (раздел 3.2.1) не уделено достаточного внимания возможной зависимости результатов от размера частиц антипиренов. В частности, не указано, каким размером характеризовались частицы $Mg(OH)_2$, использованные в сравнительных испытаниях (Рис. 26 с системой MgAl-СДГ).
4. В тексте имеются немногочисленные смысловые неточности: «высокое количество» (с. 32), «для создания термостабильных ПУ необходимо понять их термические свойства» (с. 36), «данные ТГА отмечают» (с. 37), а также редкие несогласования: «по сравнению с простых» (с. 64). Термин синергетический часто использован как синэргический.

Высказанные замечания не ставят под сомнение основные выводы и не снижают общего положительного впечатления о диссертации. Рецензируемая работа представляет собой законченное исследование, выполненное по актуальной тематике. Полученные результаты содержат новизну и практическую значимость. Заявленная автором цель достигнута, поставленные задачи решены. Содержание автореферата хорошо отражает основные положения диссертации. Полученные результаты опубликованы в печати.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.4.15. Химия твердого тела и удовлетворяет требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям («Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденное постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции)), а ее автор

Нгуен Тхи Ван Ань заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Официальный оппонент, доктор физико-математических наук, по специальности 01.04.17 – Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва, ФМ № 002972 (06.12.1985), профессор, главный научный сотрудник лаборатории горения конденсированных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН (ИХКГ СО РАН)

Зарко Владимир
Егорович

630090 г. Новосибирск, ул. Институтская, 3
zarko@kinetics.nsc.ru
Телефон: +7 383 333-22-92

Согласен на обработку персональных данных

Зарко Владимир
Егорович

Подпись Зарко В.Е. заверяю.
Ученый секретарь ИХКГ СО РАН
Пыряева Александра Павловна
кандидат физико-математических наук



Пыряева Александра
Павловна

26.01.2024