

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Толстого Валерия Павловича на диссертационную работу Минич Яны Андреевны «Физико-химическое исследование топохимических превращений слоистых перовскитоподобных оксидов  $K_{2.5}Bi_{2.5}Ti_4O_{13}$  и  $K_2La_2Ti_3O_{10}$ » представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Диссертационная работа Я.А. Минич посвящена темам исследования топохимических превращений слоистых перовскитоподобных титанатов  $K_{2.5}Bi_{2.5}Ti_4O_{13}$  и  $K_2La_2Ti_3O_{10}$  и изучения наночастиц с морфологией нанолистов, полученных на их основе. **Актуальность** этих тем не вызывает сомнения поскольку они находится в русле общепризнанного направления исследования кристаллов оксидов с подобными структурой и морфологией, которому в последнее время уделяется пристальное внимание. Ожидается, что в результате выполнения работ в этой области будут созданы новые функциональные наноматериалы с уникальными свойствами. Об актуальности этих тем свидетельствует также их положительная оценка независимыми экспертами научных фондов и поддержка 1 грантом РНФ и 2 грантами РФФИ.

**Научная новизна** работы не вызывает сомнений. В частности, обращает на себя внимание получение нового протонированного висмутсодержащего титаната и его гидратированных форм, исследование влияния молекул воды в межслоевом пространстве на процессы интеркаляции, создание методик синтеза ряда органо-неорганических гибридов на основе двух неорганических матриц ( $K_{2.5}Bi_{2.5}Ti_4O_{13}$  и  $K_2La_2Ti_3O_{10}$ ) и 19 различных органических молекул, а также для одного из составов плотных покрытий на подложках из кремния.

Представленные в диссертации экспериментальные результаты исследования полученных образцов проводили с использованием комплекса взаимодополняющих современных физико-химических методов анализа, включая рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, термогравиметрический и синхронный термический анализ, спектроскопию КР, твердотельную ЯМР спектроскопию, спектроскопию диффузного отражения, УВи спектроскопию, ИК-Фурье спектроскопию, CHN элементный анализ, и т.д. и поэтому их достоверность также не вызывает сомнения.

**Научная значимость** результатов исследования в точки зрения препартивной неорганической химии и химии твердого тела заключается в развитии методик получения органо-неорганических производных отмеченных кристаллов с рядом органических молекул, в том числе с н-спиртами и н-аминами, и также методик нанесения нанолистов  $K_{2.5}Bi_{2.5}Ti_4O_{13}$  на подложку из кремния. В то же время, с точки зрения физической химии такая значимость заключается в детальном изучении реакций интеркаляции,

ионного обмена и адсорбции с участием данных кристаллов со слоистой структурой, изучении их термических превращений и выяснении закономерностей химических реакций образования новых гибридных соединений.

**Практическая значимость** результатов диссертации определяется тем, что с их использованием могут быть созданы многие новые наноразмерные материалы, обладающие новым набором оптических, фотокаталитическими и других свойств. В частности, об этом свидетельствует обнаруженный автором эффект появления полос поглощения в видимой области спектра для образцов модифицированных фенолами.

Тема рассматриваемая диссертация соответствует специальности 1.4.4. “Физическая химия” (химические науки), а именно, пункту 3 паспорта специальности “Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях”.

Результаты диссертации опубликованы в 5 статьях в международных научных журналах по специальности темы диссертации и входящих в базы данных Web of Science и Scopus, а также представлены в материалах 15 докладов на научных конференциях. Причем 4 из этих статей опубликованы в журналах из списка Q1 и это говорит о том, что ее результаты максимально доступны для изучения широким кругом специалистов. Обращает на себя внимание, что согласно базе данных Scopus все опубликованные Я.А. Минич и соавторами статьи суммарно процитированы уже около 60 раз и ее индекс Хирша равняется 5. Отмеченные публикации в достаточно полной мере отражают содержание диссертационной работы и свидетельствуют о сравнительно высоком уровне **апробации** представленных в ней результатов.

Тем не менее, при изучении диссертации нельзя не сделать несколько следующих замечаний:

1. При описании полученных после эксфолиации блочных кристаллов наночастиц используется термин “нанослой” и различные словосочетания на его основе, например “сусpenзии нанослоёв”. Однако, на мой взгляд, более общепринятым термином в русском языке является слово “нанолисты” и его англо-язычные варианты “nanoflakes” и “nanosheets”.
2. В выводе 7 указано, что создана методика получения “сравнительно плотных покрытий”, однако в тексте работы каких-либо характеристик таких покрытий не приводится.
3. На экспериментальных дифрактограммах (например, на рис. 15, 19, 22 и др.) и ИК-спектрах (например, на рис. 44 и др.) не обозначены максимумы пиков дифракции и полос поглощения и это затрудняет их независимый анализ. В ИК спектрах (например, показанных на рис. 28) по оси Y

обозначено, что это интенсивность (отн. ед.) однако не показан масштаб таких единиц.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не влияют на положительную оценку работы в целом. Диссертация Минич Я.А. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой получен большой объем уникальных экспериментальных результатов, и они свидетельствует о том, что квалификация автора, как минимум, соответствует уровню кандидата химических наук.

Диссертация Минич Яны Андреевны на тему «Физико-химическое исследование топохимических превращений слоистых перовскитоподобных оксидов  $K_{2.5}Bi_{2.5}Ti_4O_{13}$  и  $K_2La_2Ti_3O_{10}$ » соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Минич Яна Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета  
Д.х.н., старший научный сотрудник,  
Профессор кафедры химии твердого тела,  
Института химии СПбГУ

Толстой Валерий

Павлович

31.10.2022