

## Отзыв

на автореферат диссертации Никонова Константина Семеновича «Синтез и физико-химические свойства монокристаллов слоистых дихалькогенидов ванадия и циркония ( $VSe_2$ ,  $VTe_2$ ,  $ZrSe_2$ ,  $ZrTe_2$ ) и интеркаляционных соединений на их основе», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия

Диссертационная работа Никонова Константина Семеновича «Синтез и физико-химические свойства монокристаллов слоистых дихалькогенидов ванадия и циркония ( $VSe_2$ ,  $VTe_2$ ,  $ZrSe_2$ ,  $ZrTe_2$ ) и интеркаляционных соединений на их основе» посвящена, по сути, созданию физико-химических основ газотранспортного синтеза и интеркалирования этих фаз атомами некоторых *s*- и *d*-элементов (соответственно Li, K, Cs и Cu, Mn), а также определению влияния условий синтеза и природы гостевых атомов на физико-химические свойства исследуемых дихалькогенидов.

**Актуальность работы** является несомненной и определяется как разнообразием свойств квазидвумерных дихалькогенидов ванадия и циркония, так и возможностью варьирования этих свойств при регулировании нестехиометрии халькогенидной матрицы и концентрации гостевой примеси. **Научная новизна работы** состоит, прежде всего, в разработке, прогнозировании, отладке и использовании новых методик газотранспортного синтеза рассматриваемых дихалькогенидов, в установлении связи между условиями синтеза и свойствами интеркалированных и неинтеркалированных диселенидов и дителлуридов, а также – в обнаружении новых фазовых переходов в этих фазах, которые связаны с волнами зарядовой плотности. **Достоверность исследований** подтверждается комплексом самых современных методов исследования, из которых можно выделить фотоэлектронную спектроскопию и сканирование Рамановских спектров. Отдельным украшением работы являются STM-изображения и их Фурье-преобразования (рис. 12 автореферата). Эти данные являются дополнительным подтверждением возникновения периодической структуры с волнами зарядовой плотности в кристаллах  $VSe_2$ .

Следует отметить ясный профессиональный стиль изложения материала в автореферате, который прекрасно иллюстрирован (13 рисунков). Несмотря на краткость изложения (25 стр.), при прочтении автореферата создается

достаточно полное впечатление о развернутой диссертационной работе (132 стр., 42 рис., 22 табл.).

**Диссертационный материал прошел всестороннюю апробацию** (в том числе – 9 докладов на конференциях Всероссийского и Международного уровня). **Наиболее важные результаты изложены в 5 журналах** списка ВАК, в том числе, в высокорейтинговых зарубежных журналах: **Dalton Trans., Phys. Rev. B – 2018-19 гг.**

**Работа Никонова К.С. является законченным цельным исследованием,** по которому, однако, возникает ряд вопросов и замечаний.

1. В работе отсутствует информация о том, пытался ли автор направленно регулировать нестехиометрию кристаллизующихся из газовой фазы дихалькогенидов в ходе газотранспортного синтеза. Такое регулирование можно было бы попытаться осуществить при использовании *двухфазных* образцов (например,  $V_3Se_4 + VSe_2$ ), используемых в качестве источников компонентов для транспорта вместо однофазных диселенидов.
2. К сожалению, в автореферате не рассматриваются ни  $T$ - $x$ -, ни  $P$ - $T$ -диаграммы бинарных систем «*ванадий (цирконий) – халькоген*». Анализ такой информации, вероятно, сузил бы поиск оптимальных условий в ходе химического транспорта. Кроме того, анализ фазовых диаграмм необходим еще и для критического согласования весьма противоречивых данных по областям стабильности фаз, близких к составам  $V - Se$ ,  $V - Te$  и  $Zr - Te$ .
3. К стр 13, параграф 2.3. Недостаточно подробно изложена методика интеркалирования селенидов атомами ЦМ через паровую фазу. Какие температуры (и соответственно давления паров ЦМ) для этого использовались? Был ли синтез одно- или двухтемпературным? Почему не учитывалась легкость взаимодействия расплавленных ЦМ и их паров с кварцевым стеклом? Проводили ли интеркалирование щелочными металлами структур *чистых дихалькогенидов* или же кристаллов, *уже предварительно интеркалированных примесями d-элементов*? Последний вопрос возникает после прочтения предложения: «Для получения крупных кристаллов, интеркалированных атомами переходных элементов, кристаллы, выращенные и подготовленные как описано в разделе 1.1, были помещены в кварцевую ампулу...»
4. Каково *предельное* содержание каждой из внедренных примесей ЦМ в каждую дихалькогенидную структуру?

Вместе с тем, подчеркнем, что приведенные выше вопросы и замечания не затрагивают основных выводов. Рассматриваемая работа производит исключительно положительное впечатление.

При подведении общего итога следует заключить, что диссертационная работа Никонова Константина Семеновича «Синтез и физико-химические свойства монокристаллов слоистых дихалькогенидов ванадия и циркония ( $VSe_2$ ,  $VTe_2$ ,  $ZrSe_2$ ,  $ZrTe_2$ ) и интеркаляционных соединений на их основе» соответствует требованиям, изложенным в п.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842) и пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном бюджетном учреждении науки Института Общей и Неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской Академии Наук» от 26 октября 2018 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Согласен на обработку моих персональных данных

**Завражнов Александр Юрьевич**

профессор, д.х.н., 02.00.01 – неорганическая химия

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный университет.  
Химический факультет, Кафедра общей и неорганической химии.

Почтовый адрес: 394006, г.Воронеж, Университетская пл., 1

Телефон: +7 -915-543-11-26

Эл. адрес: [alzavr08@rambler.ru](mailto:alzavr08@rambler.ru)

Дата: 04.06.2021



