

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Телина Ильи Александровича**

«Твердые растворы на основе дифторидов свинца и олова: синтез, ионная подвижность и электрофизические свойства», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – физическая химия.

Работа Телина И.А. посвящена установлению взаимосвязи между составом, строением, ионной подвижностью и проводимостью твердых растворов и композитов, образующихся в системах на основе дифторидов олова и свинца. Указанные соединения уже обладают достаточно высокой ионной электропроводностью, а  $\text{PbSnF}_4$  является «рекордсменом» по её величине среди анионных твердых электролитов, что определяет хорошую отправную точку для создания проводников, обладающих ещё лучшими свойствами. Практическая ценность работы следует из высоких значений ионной электропроводности исследованных образцов, делающих их перспективными для создания материалов для конструирования твердотельных химических источников тока, химических сенсоров и других электрохимических устройств. В рамках поиска новых суперионных проводников были синтезированы твердые растворы со структурой флюорита в системах  $\text{PbF}_2\text{--SbF}_3$  и  $\text{PbF}_2\text{--BiF}_3\text{--MF}$  ( $\text{M} = \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ ). Была построена фазовая диаграмма системы  $\text{PbF}_2\text{--SnF}_2$  и, руководствуясь ею, были синтезированы твердые растворы составов  $\text{PbSnF}_{4-x}\text{MF}_x$  ( $\text{M} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, x = 5\text{--}15\%$ ),  $(100-x)\text{PbSnF}_{4-x}\text{CaF}_2$  ( $x = 2.5\text{--}10\%$ ),  $\text{PbF}_2\text{--SnF}_2\text{--SbF}_3$ ,  $84\text{SnF}_2\text{--}16\text{PbF}_2$ , эвтектические композиты состава  $90\text{SnF}_2\text{--}10\text{PbF}_2$ . Прделан значительный объем экспериментальной работы, получена новая информация об областях существования твердых растворов в тройных системах, включающих  $\text{PbF}_2$  и  $\text{SnF}_2$ , особенностях ионной динамики в них и их электрофизических свойствах. Исследование проводилось с использованием набора методов исследования – таких, как ЯМР, ДСК, РФА и комплексного импеданса, что позволило получить достоверную и всестороннюю информацию о фазовом составе, термических и ионно-транспортных свойствах объектов исследования.

Стиль изложения в автореферате четкий и ясный. Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

В качестве вопросов и замечаний хотелось бы отметить следующее:

- 1) Действительно ли фториды, в которых перенос заряда осуществляют ионы фтора, используют в твердотельных металл-ионных аккумуляторах?
- 2) В автореферате говорится о трех методах синтеза твердых растворов, но во 2й главе о них нет ни слова. Какой тип мельницы был использован в ходе механической активации?

3) Не понятен принцип подбора добавок (например, с целью увеличения размера диффузионных каналов, создания вакансий и т.п.). Говорится просто о гомо- и гетеровалентных добавках.

4) Полученные соединения названы твердыми растворами, композитами или допированными соединениями. В чем разница? В автореферате отсутствуют данные рентгенофазового анализа.

5) На с.9 говорится: "в ряде случаев имеется возможность стабилизации высокотемпературных высокопроводящих фаз". Что это за случаи?

Сделанные замечания не затрагивают сущности представленной работы, основных сделанных автором выводов и не снижают ее научной и практической значимости. Поставленные задачи синтеза композитов и фаз переменного состава в двойных и тройных системах, содержащих дифториды свинца и олова; определения факторов, влияющих на характер ионной подвижности и величину ионной проводимости в рассматриваемых образцах; выявления составов с высокой ионной проводимостью решены. Знакомство с авторефератом соискателя позволяет сделать вывод, что по объему, новизне и уровню проведенных исследований диссертационная работа Телина И.А. соответствует квалификационным требованиям ВАК, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – физическая химия.

Руководитель группы материалов для металл-ионных аккумуляторов ИХТТМ СО РАН, ведущий научный сотрудник, доктор химических наук (1.4.15 - химия твердого тела)

Косова Нина Васильевна

Подпись Н.В. Косовой заверено,  
ученый секретарь ИХТТМ СО РАН,  
доктор химических наук

Шахтшнейдер Татьяна Петровна

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН) 630090, Новосибирск, Кутателадзе 18.

Телефон +7-913-390-91-55. E-mail kosova@solid.nsc.ru

08.11.2022