

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Шиндрова Александра Александровича «Смешанно-анионные железо-натрийсодержащие соединения как матрицы для обратимой интеркаляции ионов щелочных металлов» по специальности 1.4.15 – Химия твёрдого тела

В диссертационной работе Шиндрова А.А. представлено детальное исследование электродных смешанно-анионных натрийсодержащих материалов потенциально применимых в литий- и натрий-ионных аккумуляторах. Поиск функциональных материалов для натрий-ионных аккумуляторов (НИА) с характеристиками, не уступающими материалам, используемым в литий-ионных аккумуляторах (ЛИА), является важным этапом при переходе от ЛИА к НИА, поэтому актуальность данной работы не вызывает сомнений.

В ходе выполнения работы автором определены оптимальные условия синтеза однофазных материалов ( $\text{Na}_3\text{FePO}_4\text{CO}_3$ ,  $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$  и  $\text{NaFe}_2\text{PO}_4(\text{SO}_4)_2$ ), проведён анализ их структуры и рассчитаны пути миграции ионов натрия, исследованы структурные изменения, происходящие в процессе интеркаляции/деинтеркаляции. Научная новизна исследований, степень обоснованности и достоверность научных положений работы, выводов и заключений соискателя не вызывают сомнений. Анализ экспериментальных данных, полученных при помощи современного и надежного оборудования, основан на использовании фундаментальных и общепринятых законов и правил. Результаты научных исследований, полученные соискателем, опубликованы в авторитетных международных журналах.

Шиндровым А.А. показана возможность применения синтезированных материалов в качестве электродов для натрий- и литий-ионных аккумуляторов, что доказывает несомненную практическую значимость работы.

В ходе ознакомления с текстом автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

1. Описывая метод получения композитов с углеродом (стр. 9), автор отмечает, что механическая обработка смеси проводилась во временном интервале от 15 до 210 мин. От чего зависело время обработки и какое влияние оказывало на свойства конечного материала? Если композит одного состава обрабатывать при, например, 15, 100 и 210 мин, то какой материал будет обладать лучшими характеристиками?

2. В тексте автореферата (стр. 16) отмечено, что при интеркаляции  $\text{Li}^+$  и  $\text{Na}^+$  в структуру  $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6/\text{C}$  «продолжительное циклирование вызывает постепенную необратимую аморфизацию структуры». Как аморфизация сказывается на электрохимических свойствах материала?

3. Каким образом было проведено исследование  $\text{NaFe}_2\text{PO}_4(\text{SO}_4)_2$  в качестве анодного материала? Если исследование проводилось в электрохимической ячейке, какой материал использовался в качестве катода?

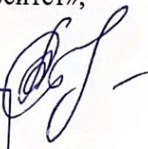
Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на теоретические и практические результаты диссертации. Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором при подготовке доклада, представляемого к защите.



Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертационная работа Шидрова А.А. «Смешанно-анионные железо-натрийсодержащие соединения как матрицы для обратимой интеркаляции ионов щелочных металлов» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, а её автор, Шиндров Александр Александрович, заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 – Химия твёрдого тела.

Старший научный сотрудник центра компетенций «Полимерные материалы»  
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,  
кандидат химических наук,

(02.00.04 – Физическая химия)

 Строева Анна Юрьевна



«22» сентября 2021 года

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет» (ФГБОУ ВО ВятГУ). 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36.

тел. +7 (8332) 742-690

эл. почта: stroevaanna@yandex.ru

Подпись Строевой А. Ю. заверяю