

## ОТЗЫВ

доктора химических наук, профессора кафедры неорганической химии, химической технологии и техносферной безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Мазунина Сергея Александровича на автореферат диссертации СЫРОВОЙ ВЕРЫ ИВАНОВНЫ «**Фазовые равновесия в системах из галогенидов, карбонатов и сульфатов некоторых  $s^1$  – элементов**», представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Солевые расплавы широко применяются в качестве теплоносителей, расплавляемых электролитов химических источников тока (ХИТ), сред для электрохимической обработки металлов, растворителей неорганических веществ, сред для выращивания монокристаллов. Потребности современной техники и промышленности в солевых составах непрерывно возрастают, что является движущей силой к развитию теории и практики исследования многокомпонентных систем. Нонвариантные составы находятся различными методами исследования. Планирование эксперимента осуществляется расчётными методами, которые позволяют предсказывать приблизительные составы эвтектического расплава. Расчёт фазовых равновесных состояний требует обязательного экспериментального подтверждения с помощью исследованных фазовых диаграмм. В связи с вышесказанным работа В.И. Сыровой, несомненно, актуальна.

**Научная новизна.** Сыровой В.И. впервые проведено разбиение и проведён анализ топологии ликвидусов в рядах трехкомпонентных систем:  $\text{Li}^+(\text{Na}^+, \text{K}^+) \parallel \text{CO}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-}, \text{Hal}^- (\text{Hal}^- - \text{F}^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-)$ ;  $\text{Li}^+(\text{Na}^+, \text{K}^+) \parallel \text{F}^-, \text{CO}_3^{2-}, \text{Hal}^- (\text{Hal}^- - \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-)$ ;  $\text{Li}^+(\text{Na}^+, \text{K}^+) \parallel \text{F}^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{Hal}^- (\text{Hal}^- - \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-)$ .

Предложен расчёт температур плавления трёхкомпонентных эвтектик систем  $\text{LiI} - \text{LiF} - \text{Li}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaI} - \text{NaF} - \text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KI} - \text{KF} - \text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{LiF} - \text{LiI} - \text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaF} - \text{NaI} - \text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KF} - \text{KI} - \text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{LiI} - \text{Li}_2\text{CO}_3 - \text{Li}_2\text{SO}_4$  в рядах однотипных соединений.

Экспериментально исследованы фазовые равновесия в четырёх квазидвойных системах:  $\text{NaBr} - \text{Na}_3\text{FSO}_4$ ,  $\text{NaI} - \text{Na}_3\text{FSO}_4$ ,  $\text{KBr} - \text{K}_3\text{FSO}_4$ ,  $\text{KI} - \text{K}_3\text{FSO}_4$ , в восьми трёхкомпонентных системах:  $\text{LiF} - \text{LiBr} - \text{Li}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{NaF} - \text{NaBr} - \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{NaBr} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{NaI} - \text{NaF} - \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KF} - \text{KBr} - \text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KBr} - \text{K}_2\text{CO}_3 - \text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KI} - \text{KF} - \text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{RbF} - \text{RbBr} - \text{Rb}_2\text{SO}_4$  и в трех четырёхкомпонентных системах:  $\text{LiF} - \text{LiBr} - \text{Li}_2\text{SO}_4 - \text{Li}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{NaF} - \text{NaBr} - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{KF} - \text{KBr} - \text{K}_2\text{SO}_4 - \text{K}_2\text{CO}_3$ ;

Экспериментально определены 16 составов эвтектических смесей и их температуры плавления, одна смесь состава минимума, а также состав одной перитектической смеси. Доказано отсутствие точек нонвариантных равновесий в трёхкомпонентной  $\text{KBr} - \text{K}_2\text{CO}_3 - \text{K}_2\text{SO}_4$  и четырёхкомпонентной  $\text{KF} - \text{KBr} - \text{K}_2\text{CO}_3 - \text{K}_2\text{SO}_4$  системах.

**Практическая значимость** диссертации заключается в следующем. Предложена методика прогнозирования ликвидусов неизученных системах. Проведён анализ топологии ликвидусов, который может быть успешно использован для оптимизации экспериментальных исследований трёх – и многокомпонентных солевых систем. Описан диапазон верхней и нижней границ температур плавления четырёхкомпонентных систем  $\text{LiF} - \text{LiBr} - \text{Li}_2\text{SO}_4 - \text{Li}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaF} - \text{NaBr} - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3$ . Составы эвтектических смесей могут быть использованы в качестве теплоаккумулирующих смесей, электролитов в среднетемпературных химических источниках тока. Данные по фазовым равновесиям также могут использоваться в качестве справочных материалов.

**Достоверность полученных результатов.** При выполнении исследований было использовано сертифицированное оборудование центра коллективного пользования СамГТУ, и достоверность результатов не вызывает сомнения.

**Апробация работы.** Материалы работы представлялись и докладывались на конференциях различного уровня: первой Международной молодежной научной конференции, по-

священной 65-летию основания Физико-технологического института (г. Екатеринбург, 2014 г.); VII Международной научной конференции «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии» (г. Плес, 2015 г.); VII Всероссийской конференции «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах. Фагран – 2015» (г. Воронеж, 2015 г.); XIX Всероссийской конференции молодых ученых-химиков (г. Нижний Новгород, 2016 г.); V Международной Бергмановской конференции «Физико-химический анализ в образовании, науке и технике» (г. Махачкала, 2017 г.).

**Публикации.** По содержанию исследования опубликовано 8 работ, включая 3 статьи в журналах из перечня ВАК и 5 тезисов и материалов докладов в трудах научных конференций.

**Структура и объём работы, соответствие научной специальности.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка из 130 наименований цитируемой литературы и приложения. Работа изложена на 134 страницах машинописного текста, содержит 30 таблиц, 102 рисунка.

Материалы диссертационной работы полностью соответствуют специальности 02.00.04 – Физическая химия

Автореферат Веры Ивановны Сыровой аккуратно оформлен, написан хорошим научным стилем, легко читается. Основные результаты автора полностью опубликованы (в том числе в трёх статьях из списка ВАК), доложены на конференциях различного уровня. По результатам исследования подано заявка на патент РФ.

Диссертационная работа Сыровой В.И. по поставленным задачам, уровню их решения, актуальности и научной новизне удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Сырова В.И., безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Профессор кафедры неорганической химии,  
химической технологии и техносферной  
безопасности ФГБОУ ВО «Пермский государственный  
национальный исследовательский университет»  
доктор химических наук (02.00.01 – Неорганическая химия),

Мазунин Сергей Александрович

25 ноября 2019 г.

Почтовый адрес: 614600, г. Пермь,  
ул. Букирева, 15  
тел. 89641868692,  
e – mail: smazunin56@mail.ru

Подпись Мазунина С.А. заверяю  
Ученый секретарь ПГНИУ



Антропова Елена Петровна  
25 ноября 2019 г.