

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации БЕРЕЗИНА СЕРГЕЯ СЕРГЕЕВИЧА  
“Фазовые равновесия в системах Fe-S и Ga-S и синтез сульфидов галлия и  
железа с использованием галогенидов  $FeX_2$  ( $X \neq F$ ) и  $GaI_3$ ”,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия

Научно-технический прогресс тесно связан с разработкой и применением новых полупроводниковых материалов, обладающих оптическими, магнитными, сегнето-, фото- и термоэлектрическими и другими важными для практики свойствами. Перспективными являются материалы на основе бинарных и более сложных сульфидов железа и галлия. Эффективность разработки таких материалов с заданным и управляемым комплексом свойств в значительной степени определяется наличием достоверной информации о концентрационно-температурных интервалах стабильности фаз, т.е. информации, аккумулированной в диаграммах состояния соответствующих систем. Именно эти вопросы для систем Fe-S, Ga-S и в некоторой степени Fe-Ga-S решает работа БЕРЕЗИНА С.С. Таким образом, *актуальность* работы, ее *теоретическое и практическое значение очевидны*.

В работе построены диаграммы состояния бинарных систем Fe-S и Ga-S и получены новые данные по фазовым соотношениям в трехкомпонентной системе Fe-Ga-S. Следует отметить, что вследствие термодинамических и кинетических факторов в этих системах легко достигаются метастабильные состояния, и привести систему в стабильное состояние часто не удается. Этим, по-видимому, обусловлен тот факт, что построенные диаграммы состояния бинарных систем отличаются от справочных данных, где фазовые диаграммы не отражают состояния стабильного равновесия. В связи с этим, для построения равновесных диаграмм автору данной работы, кроме применения традиционных методов физико-химического анализа, пришлось применять оригинальные методики. Это потребовало от автора не только глубоких знаний в области химической термодинамики, но и изобретательности для разработки новых методик и инженерных навыков для их технического воплощения.

Работа производит очень хорошее впечатление. Полученные результаты грамотно представлены и обсуждены, надежность их не вызывает сомнений. Это нашло отражение в 28 печатных работах, 6 из которых входят в Перечень ВАК.

### *Вопросы и замечания к автореферату:*

1. Для таких систем, где легко реализуются метастабильные состояния, было бы полезно провести термодинамическое моделирование с использованием метода CALPHAD.

2. Каким образом устанавливали, что состояние термодинамического равновесия достигнуто?

3. В автореферате не описано, как проводили фазовый анализ. Вопрос относится к рис. 1. Если применяли метод Ритвельда, желательнее привести R-факторы. Если метод Ритвельда не применяли, присутствие в образцах тригонального пирротина  $3T$  ( $hP45$ ) вызывает вопросы, ибо о его наличии можно судить лишь по очень слабым отражениям в области  $15^\circ 2\theta$ .

4. В табл. 1 приведены невариантные равновесия в системе Ga-S. Приводить потому последнюю строчку (ликвидус) не логично т.к. это равновесие моновариантно. Можно было бы привести его для состава дистектических точек, где равновесие невариантно, с указанием твердой фазы. Однако, приведенный в табл. 1 концентрационный интервал (52-60.7 мол. % S) охватывает интервалы первичной кристаллизации двух разных фаз – GaS и  $Ga_2S_3$ .

Несмотря на замечания, которые носят скорее формальный характер, работа оставляет очень хорошее впечатление своей постановкой, комплексностью, уровнем обсуждения литературных данных и собственных результатов.

Диссертация, безусловно, соответствует критериям, установленным п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация полностью соответствует специальности 02.00.01 – неорганическая химия, а ее автор, БЕРЕЗИН С.С. заслуживает присуждения степени кандидата химических наук.

Доктор химических наук, ст.н.с.

вед.н.с. Института проблем материаловедения

им. И.Н.Францевича НАН Украины  М.В. Буланова

Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины, ул. Кржижановского, 3, 03142, Киев, Украина  
mvbulanova2@gmail.com

Подпись д.х.н. М.В. Булановой удостоверяю

Ученый секретарь ИИМ НАНУ к.ф.-м.н.



В.В. Картузов