

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ковалева Ивана Дмитриевича «Рентгенография процессов формирования фаз переменного состава в условиях СВС», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17.

Исследования кристаллической структуры в динамике на этапе ее формирования представляют весьма актуальную и очень сложную методическую и экспериментальную задачу, требующую учета многих факторов. Уникальность данной работы заключается в обеспечении принципиально новых возможностей для структурного анализа кристаллов в условиях небольшой научной лаборатории без дорогостоящих мегаустановок. Осуществлена модернизация лабораторной рентгеновской установки до уровня, необходимого для рентгенографии *in situ* процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Динамические рентгенограммы, полученные в процессе СВС от алюминидов никеля переменного состава, впервые позволили восстановить процесс формирования конечного продукта из исходных смесей  $x\text{Ni}+(1-x)\text{Al}$ , в том числе, впервые обнаружить и объяснить появление высокотемпературной прафазы с ОЦК-ячейкой, и детально описать и объяснить все последующие структурные перестройки вплоть до конечного продукта.

Существенная новая информация получена из подробного анализа рентгенограмм карбида бора с разным содержанием углерода в шихте. Предложен ответ на вопрос о причинах большого разброса в параметрах элементарных ячеек, установленных разными авторами для соединений карбида бора одного состава. В данной работе разброс был существенно меньшим (подтверждено повторными синтезами на разных составах). Автор связывает это с большей однородностью условий СВС по сравнению с традиционным твердофазным синтезом. Все вышесказанное подтверждает научную новизну и высокую практическую значимость диссертационной работы.

В качестве основного замечания необходимо отметить следующее. Заявленная цель работы предполагает исследование двух фаз переменного состава «на основе метода динамической рентгенографии», но суть и область применения метода четко не сформулирована. Если это рентгенография *in situ* (дифракционное кино в терминологии автора), то так исследовалась только система Ni-Al, когда СВС происходил в реакционной ячейке под рентгеновским пучком. Карбид бора и соединение на его основе синтезированы в реакторе СВС-12. Как можно понять из текста автореферата, кристаллы карбида бора переменного состава изучались затем на рентгеновской установке в обычных условиях. Однако на с. 10 в изложении третьей главы упоминается динамическая рентгенография карбида бора. Необходимо пояснить, что имеется в виду.

Текст автореферата содержит ряд неточностей и/или неясных формулировок. Укажем наиболее очевидные.

С. 3. «Метод СВС ... является актуальным **объектом** исследования...». Объектами исследования в данной работе являются фазы переменного состава, а не метод СВС.

Рентгенограммы карбида бора на рис. 3 содержат пики кремния, происхождение которых не поясняется.

С. 17. «При нагреве кристаллов до температуры 1800 С и 1400 С ... наблюдается переход в карбид бора». Так до 1800 С или до 1400 С?

С. 18. «Увеличение температуры до 24 секунды не приводит к заметному изменению спектра». Автор пытался сказать, что спектр не меняется в течение первых 24 секунд нагрева образца.

Высказанные замечания не умаляют достоинств диссертационной работы и не сказываются на общей, несомненно положительной и высокой оценке ее результатов.

Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ковалев Иван Дмитриевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Болотина Надежда Борисовна,  
доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Института кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН

*Качественно  
отрецензировано*

подпись *Болотиной*  
заверяю: *Б. Ковалев*



*Ковалева И. Д.*