

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Комаровских А.Ю. «Исследование структуры и электронного состояния парамагнитных центров в алмазе, связанных с вхождением фосфора, кислорода, водорода, кремния и германия» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 -физическая химия.

Алмаз известен как минерал с уникальными физическими свойствами, основными из которых является использование в качестве ювелирных украшений в геммологии и в абразивных и режущих инструментах в промышленности. Несмотря на экстремальные значения подвижности носителей заряда, радиационную стойкость и термическую устойчивость, применение алмазов в электронике до сих пор остается эпизодическим. Многие применения алмазов базируются на структуре и свойствах различных точечных дефектов, собственных или примесных. К настоящему времени, хорошо изучены роль бора, азота, никеля, кобальта и титана и свойства алмазов с этими примесями. Известно, что в алмазах достаточно легко создать *p*-тип проводимости в алмазе, вводя бор в качестве примеси. Основная проблема в *n*-типе проводимости в алмазе. При этом весьма ограничена информация о фосфоре, примесь которого может привести к такой проводимости.

Работа Комаровских А.Ю. направлена на изучение природы, структуры и электронного состояния парамагнитных центров в алмазе, связанных с вхождением в структуру атомов фосфора, кислорода, водорода, а также германия и кремния. Знание структуры и спинового состояния примесных дефектов в алмазе позволяет предсказать электрические (полупроводниковые) свойства, разрабатывать технологию получения алмазов с заданными свойствами. Важен также поиск оптических аналогов парамагнитных центров, особенно в связи с возможным применением в устройствах квантовой оптики, в частности в качестве однофотонных источников излучения.

Автором использован комплекс структурно-чувствительных физических методов, таких как ЭПР, абсорбционная ИК-спектроскопия и фотолюминесценция. Исследовались НРНТ синтетические алмазы на беспрессовых аппаратах сверхвысокого давления типа БАРС в ИГМ СОРАН.

Основные результаты работы Комаровских А.Ю. следующие:

1. Исследованы синтетические алмазы, полученные при высоких температуре и давлении в лабораторных условиях в различных системах: Fe-Ni-C, P-C, Mg-C, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>-C, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-C с добавлением различных активаторов (в том числе изотопов), геттеров;
2. Выявлены более десяти новых парамагнитных точечных дефектов: с фосфором (NP1-NP8), алюминием (MA1), кислородом (OX1-OX3), водородом (VOH), кремнием (SiV) и германием (GeV);
3. Детально изучены СТС, угловые и температурные зависимости, установлен состав и структура точечных дефектов;
4. Для некоторых центров выявлены оптические аналоги. Сделаны выводы относительно электрических свойств.

В работе Комаровских А.Ю. получена чрезвычайно важная информация о различных примесных центрах в алмазах. Автором использована современная аппаратура, современные методы интерпретации данных ЭПР, проведено моделирование спектров. Автором использован комплекс структурно-чувствительных физических методов, таких как ЭПР, абсорбционная ИК-спектроскопия и фотолюминесценция. Исследовались НРНТ синтетические алмазы на беспрессовых аппаратах сверхвысокого давления типа БАРС в ИГМ СОРАН. Активно использовалась радиационная генерация собственных дефектов, используя линейный ускоритель электронов в соседнем институте. Следует отметить, что экспериментальные работы на таком уровне чрезвычайно редки в настоящее время и практически одна группа в мире, под руководством проф. В.А. Надолинного, работает на таком уровне на алмазах. Работу отличает комплексный характер, работа в тесном контакте со специалистами по росту кристаллов из ИГМ СОРАН (проф. Ю.Н.Пальянов и др.), некоторые исследования выполнены на образцах, специально обогащенных изотопами (<sup>73</sup>Ge и др). Работа представлена на большом количестве конференций (более 15), значительная часть из которых - международные. Результаты опубликованы в 7 статьях в рецензируемых российских и международных журналах. Автор удостоен стипендией Президента РФ для молодых ученых и аспирантов, трижды – стипендии им. Академика А.В. Николаева, а также 1-го места на конкурсе-конференции молодых ученых памяти Г.Б. Бокия.

Считаю, что диссертационная работа Комаровских А.Ю. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком современном уровне. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским

диссертациям, а ее автор, Комаровских Андрей Юрьевич, несомненно заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04-физическая химия.

Вед. научный сотрудник  
Института геологии и минералогии СО РАН,  
д.ф.-м.н.

  
А.П.Елисеев

г. Новосибирск  
16 декабря 2016 г.

Елисеев Александр Павлович, доктор физико-математических наук (01.05.07- физика конденсированного состояния)

Ведущий научный сотрудник федерального государственного гос. Бюджетного учреждения Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук

630090, г Новосибирск, пр. академика Коптюга, 3

+7(383) 3066384

e-mail: eliseev@igm.nsc.ru

П  
Д  
И