

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.067.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В. С. СОБОЛЕВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28 февраля № 02/3

О присуждении Жимулову Егору Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «Генезис алмаза: роль серосодержащих металл-углеродных расплавов (по экспериментальным данным)» по специальности 25.00.05 «минералогия, кристаллография» принята к защите 16 ноября 2016 г. (протокол № 02/4) диссертационным советом Д 003.067.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3; приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.)

Соискатель Жимулев Егор Игоревич, 1972 года рождения.

В 1995 г. окончил магистратуру при Новосибирском государственном университете (Федерального государственного бюджетного образовательного учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») по специальности геохимия (кафедра минералогии и петрографии). В 1999 г. окончил очную аспирантуру при Объединенном институте геологии геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ОИГГМ СО РАН) по специальности 25.00.05 – «минералогия, кристаллография». В 2002 году защитил диссертацию на тему «Травление кристаллов алмаза в силикатных системах при высоких Р-Т параметрах» на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по

специальности 25.00.05 – «минералогия, кристаллография»(решение диссертационного совета Д 003.050.02 ОИГМ СО РАН, от 16 октября 2002 г. №02/5, диплом КТ № 088540 от 14 февраля 2003г.).

Соискатель работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В. С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории «Экспериментальной петрологии» (№ 449) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты Винс Виктор Генрихович, доктор физико-математических наук, директор ООО «ВЕЛМАН», Гаранин Виктор Константинович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, научный руководитель минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН, Специус Здислав Витольдович, доктор геолого-минералогических наук, Заведующий лабораторией «Минералогии и петрографии» Комплексного отдела минералогических исследований Научно-исследовательского геологоразведочного предприятия НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Российской академии наук (ГЭОХИ РАН) (г. Москва) в своем положительном заключении, подписанном Директором ФГБУН ГЕОХИ РАН, член-корреспондентом РАН, доктором геолого-минералогических наук Костицыным Юрием Александровичем, председателем Ученого совета по геохимии ГЕОХИ РАН, доктором геолого-минералогических наук Луканиным Олегом Александровичем, Старшим научным сотрудником Лаборатории геохимии мантии Земли ГЕОХИ РАН, доктором геолого-минералогических наук Бобровым Андреем Викторовичем, Старшим научным сотрудником Лаборатории геохимии и рудоносности щелочного магманизма ГЕОХИ РАН,

кандидатом геолого-минералогических наук Сироткиной Екатериной Андреевной, сделала заключение о том, что диссертация «Генезис алмаза: роль серосодержащих металл-углеродных расплавов (по экспериментальным данным)» соответствует требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, а ее автор Жимулев Егор Игоревич достоин присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «минералогия, кристаллография». В отзыве отмечено, что автореферат и опубликованные статьи отражают содержание работы, а сделанные соискателем выводы следуют из проделанной им работы. Отмеченные замечания не умаляют научную ценность диссертационной работы Е.И. Жимулева и во многом имеют рекомендательный характер. Актуальность темы исследований, новизна и значимость результатов, а также высокий научный уровень результатов, показанный автором, и его вклад в решение проблемы не вызывают сомнений.

Соискатель имеет 47 научных работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в том числе по теме диссертации 31 статью и 4 патента РФ. Все работы по теме диссертации – 31 статья, опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК, из них 25 статей, входящих в перечень Web of Science.

Основные публикации соискателя, в которых изложены материалы диссертации:

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:

1. Сонин В.М., Жимулев Е.И., Федоров И.И., Осоргин Н.Ю. Травление кристаллов алмаза в силикатном расплаве в присутствии существенно водного флюида при высоких Р-Т параметрах // Геохимия (Geochemistry). 1997. № 4. С. 451-455.
2. Жимулев Е.И., Сонин В.М., Багрянцев Д.Г., Афанасьев В.П. О проблеме регенерации на природных кристаллах алмаза // Отечественная геология. 2002. №1. С. 40-45.
3. Жимулев Е.И., Сонин В.М., Чепуров А.И. Образование кристаллов алмаза с выступающими гранями при травлении // Записки ВМО. 2002. №1. С. 111-113.

4. Жимулев Е. И., Сонин В. М. Федоров И. И., Томиленко А. А., Похilenko Л. Н., Чепуров А. И. Устойчивость алмаза к окислению в экспериментах с минералами из мантийных ксенолитов при высоких Р-Т параметрах // Геохимия. 2004. №6. С. 604-610
5. Чепуров А.И., Сонин В.М., Федоров И.И., Чепуров А.А., Жимулев Е.И. Генерация микровключений в синтетических кристаллах алмаза под воздействием высоких РТ-параметров. – Руды и металлы, 2005, № 4, с.49-53.
6. Сонин В. М., Жимулев Е.И., Чепуров А. А. Морфология алмазов, поверхностно графитизированных при высоких Р-Т параметрах. – ЗРМО, 2006, № 1, с.112-117.
7. Фёдоров И.И., Чепуров А.И., Сонин В.М., Жимулёв Е.И. Экспериментальное изучение высокобаротермического воздействия на силикатные и оксидные включения в алмазах. – Геохимия, 2006, № 10, с.1132-1136.
8. Сонин В.М., Жимулев Е.И., Федоров И.И., Чепуров А.И. Влияние фугитивности кислорода на скорость травления кристаллов алмаза в силикатном расплаве. – Геология рудных месторождений, 2006, № 6, с 568-570.
9. Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Федоров И.И., Сонин В.М. Включения металла-растворителя и окраска в борсодержащих монокристаллах искусственного алмаза. – ЗРМО, 2006, Т. 48. № 6 с. 97-101.
10. Сонин В.М., Жимулев Е.И., Афанасьев В.П., Федоров И.И., Чепуров А.И. Особенности взаимодействия алмазов с силикатными расплавами в среде водорода // Геохимия . 2007. № 4. С. 450-455.
11. Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Сонин В.М., Федоров И.И., Солнцев В.П. Определение содержания включений металла-растворителя в синтетических алмазах на основе их магнитных свойств // Руды и металлы. 2007. № 4. С. 50-52.
12. Чепуров А.И., Елисеев А. П, Жимулев Е.И., Сонин В.М., Федоров И.И., Чепуров А. А. Обработка синтетических малоазотных борсодержащих алмазов при высоких давлениях и температурах // Неорганические материалы 2008, Т. 44, №4 С. 443-447

13. Сонин В. М., Жимулев Е. И., Чепуров А. И., Федоров И. И.. Об устойчивости алмаза в расплавах NaCl и NaF при высоком давлении // Доклады академии наук 2008 т. 420 №2, С. 231-233
14. Жимулев Е.И., Сонин В.М., Чепуров А.И., Томиленко А. А. Хроматографическое изучение условий образования кристаллов алмаза ромбододекаэдрического габитуса. // Геология рудных месторождений. 2009, т. 51, №3, С. 272-275
15. Сонин В.М.,Жимулев Е.И., Чепуров А.И., Похilenko Н.П. Об устойчивости алмаза в силикат-галогенидных расплавах при высоком давлении // Доклады АН. 2009. Т. 425. № 4. С. 532-534.
16. Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Елисеев А.П., Сонин В.М., Федоров И.И. О генезисе малоазотных алмазов // Геохимия. 2009. № 5. С. 551-555.
17. Чепуров А.И.,Жимулев Е.И., Сонин В.М., Чепуров А.А., Похilenko Н.П. О кристаллизации алмаза в металл-сульфидных расплавах // Доклады АН. 2009. Т. 428. № 1. С. 101-103.
18. Сонин В. М., Жимулев Е. И., Чепуров А. И., Афанасьев В. П., Н.П. Похilenko. Растворение алмаза в хлоридном расплаве при высоком давлении в присутствии водного флюида // Доклады академии наук 2010 т. 434 №5, С. 670-672
19. Чепуров А. И., Сонин В. М., Жимулев Е. И., Чепуров А. А., Томиленко А. А. Об образовании элементарного углерода при разложении CaCO₃ в восстановительных условиях при высоких Р-Т параметрах // Доклады академии наук 2011 т. 441 №6, С. 806-809
20. Жимулев Е.И., Чепуров А.И., Синякова Е.Ф., Сонин В.М., Чепуров А.А., Похilenko Н.П. Кристаллизация алмаза в системах Fe-Co-S-C и Fe-Ni-S-C и роль металл-сульфидных расплавов в генезисе алмазов // Геохимия. 2012. № 3. С. 227-239.
21. Чепуров А.И., Томиленко А.А., Жимулев Е.И., Сонин В.М., Чепуров А.А., Ковязин С.В., Тимина Т.Ю., Сурков Н.В. Консервация водного флюида во включениях в минералах и межзерновом пространстве при высоких Р-Т параметрах в процессе разложения антигорита // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 3. С. 305-320.

22. Жимулев Е.И., Шеин М.А., Похilenко Н.П. Кристаллизация алмаза в системе Fe – S – C // Доклады АН. 2013. Т. 451. № 1. С.73-75.
23. Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Агафонов Л.В., Сонин В.М., Чепуров А.А., Томиленко А.А. Устойчивость ромбического и моноклинного пироксенов, оливина и граната в кимберлитовой магме. Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 4. С. 533-544
24. Сонин В.М., Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Чепуров А.А., Соболев Н.В. Поверхностная графитизация алмаза в расплаве K_2CO_3 при высоком давлении// Доклады АН. 2013. Т. 451. № 5. С.556-559.
25. Сонин В.М., Бульбак Т.А., Жимулев Е.И., Томиленко А.А., Чепуров А.И., Похilenко Н.П. Синтез тяжелых углеводородов при температуре и давлении верхней мантии Земли// Доклады АН. 2014, т.454, № 1, с.84-88.
26. Жимулев Е.И., Сонин В.М., Бульбак Т. А., Чепуров А.И., Томиленко А.А., Похilenко Н.П. Летучие соединения серы в системе Fe-C-S при 5.3 ГПа и 1300C// Доклады АН. 2015, т.462, №3 с 340-345
27. Жимулев Е.И., Чепуров А.И., Сонин В.М., Похilenко Н.П. Миграция расплава железа через оливиновую матрицу в присутствии углерода при высоких Р-Т параметрах (экспериментальные данные). // Доклады АН. 2015, т.463, №1, с 72-74
28. Korsakov A. V., Zhimulev E.I., Mikhailenko D.S., Demin S.P., Kozmenko O.A. Graphite pseudomorphs after diamonds: An experimental study of graphite morphology and the role of H_2O in the graphitisation process // Lithos 236–237 (2015) 16–26
29. Tomilenko A.A., Chepurov A.I., Sonin V.M., Bul'bak T.A., Zhimulev E.I., Chepurov A.A., Timina T. Yu., Pokhilenko N.P. The synthesis of methane and heavier hydrocarbons in the system graphite-iron-serpentine at 2 and 4 GPa and 1200°C.// High Temperatures-High Pressures 2015 v. 44 p 451-465
30. Жимулев Е.И., Сонин В.М., Миронов А.М., Чепуров А.И. Влияние содержания серы на кристаллизацию алмаза в системе Fe-C-S при 5.3-5.5 ГПа и 1300-1370°C.// Геохимия, 2016, №5 с 439-446
31. Жимулев Е. И., Сонин В. М., Афанасьев В. П., Чепуров А. И., Похilenко Н. П. Расплав Fe-S – возможный растворитель алмазов в мантийных

условиях.// Доклады АН. 2016, т.471, №5, (принята к печати)

Патенты

1. Чепуров А.А., Федоров И.И., Сонин В.М., Багрянцев Д.Г., Чепуров А.А., Жимулев Е.И., Григораш Ю.М. Реакционная ячейка для выращивания асимметрично зональных монокристаллов алмаза. Патент РФ №2128548. Приоритет от 6.03.97 опубл. 10 апреля 1999 г.
2. Чепуров А.И., Федоров И.И., Сонин В.М., Багрянцев Д.Г., Чепуров А.А., Жимулев Е.И., Григораш Ю.М. Реакционная ячейка многопуансонного аппарата высокого давления для выращивания асимметрично зональных монокристаллов алмаза. Патент РФ № 2162734. Приоритет от 23.02.1999, опубл. 10 февраля 2001 г.
3. Чепуров А.И., Федоров И.И., Сонин В.М., Багрянцев Д.Г., Чепуров А.А., Жимулев Е.И., Григораш Ю.М. Реакционная ячейка многопуансонного аппарата высокого давления. Патент РФ № 2176690. Приоритет от 13.03.01, опубл. 10 декабря 2001 г.
4. Чепуров А.И., Сонин В.М., Чепуров А.А., Жимулёв Е.И. Способ обработки алмаза. Патент № 2451774 Российской Федерации Приоритет: Дата подачи заявки: 02.12.2010, Опубликовано: 20.05.2012.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов, из них 3 с замечаниями. Все отзывы отмечают, что диссертация соответствует требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, а ее автор Жимулев Егор Игоревич достоин присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «минералогия, кристаллография». Имеются следующие замечания:

Ивахненко Сергей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Украины, заведующий отделом кинетики кристаллизации монокристаллов сверхтвердых материалов и технологии их получения и использования Института сверхтвердых материалов им. В.М. Бакуля НАН Украины (г. Киев, Украина).

В исследованных системах обнаружен полный набор предельных углеводородов, от метана CH_4 до гексадекана $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$, и не вызывает сомнения,

что эти соединения играют важную роль в процессе кристаллизации алмаза. Этот факт оставлен диссертантом без внимания, хотя по этому поводу в последние годы имеется достаточно много публикаций в научной литературе. Такое невнимание к собственным результатам представляется недостатком работы.

Кроме этого, хотелось бы сделать следующие замечания по поводу изложения материала:

- употребление в тексте вульгаризма «металл-катализатор – с.6.абзац 5; в настоящее время ни у кого не вызывает сомнения, что в исследованных в работе системах алмазы растут путем раствор-расплавной кристаллизации;

- «поглотители азота – геттеры алюминий, титан, цирконий, гафний», с. 6, абзац 5 и с. 11, абзац 1 – таковыми не являются; ни автор диссертации, ни другие исследователи при изучении компонентов ростовых систем после кристаллизации алмаза никогда не наблюдали продукты химического взаимодействия этих металлов с азотом (нитриды) или продукты их адсорбции.

Зинчук Николай Николаевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик Академии наук Республики Саха (Якутия), председатель Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) АН РС (Я) (г. Мирный)

Вместе с тем, в виде замечания следует отметить отсутствие привязки огромного материала к конкретным защищаемым положениям, которые приведены только во вступительной части автореферата. Четвертое защищаемое положение сформулировано довольно сумбурно, объединяя много информации.

Из других замечаний к автореферату диссертации Жимулева Е.И. можно отметить очень ограниченные материалы сопоставления полученных экспериментальных результатов с конкретными геологическими материалами по изучению глубинных пород в кимберлитовых диатремах, которые в широких масштабах за многие годы выполнены учеными Института геологии и минералогии СО РАН, где работает докторант и выполнена настоящая работа. По-видимому, этим объясняется скромный по объему (два пункта) и содержанию материал по Заключению диссертации.

Не совсем понятны рецензенту сведения, помещенные докторантом в подразделе «Гипотеза образования древних алмазов ультраосновного парагенезиса», что возможно из-за краткости. А поэтому не видно ни гипотезы, да и не ясно о каких «древних алмазах» идет речь? Если о докембрийских, то к настоящему времени опубликовано немало материалов по таким алмазам и можно было бы провести сопоставление экспериментальных данных с природными минералами, что усилило бы прикладные аспекты диссертации.

Вместе с хорошими и четкими фотографиями и рисунками, в рецензируемом автореферате помещен ряд рисунков (особенно рис.1, 2, 12, 15, 17 и 18) плохо читаемых из-за очень мелкого шрифта, что получилось, по-видимому, при уменьшении рисунков с большого формата в малый.

Хачатрян Галина Карленовна, кандидат геолого-минералогических наук, Старший научный сотрудник ЦНИГРИ, (г. Москва)

Косвенной причиной «выведения» азота из кристаллов алмаза автор считает резко восстановительную обстановку синтеза алмазов за счет присутствия в системе элементов, связывающих кислород: Ti, Al, Zr, Zn, S. Однако это прямо не объясняет поведение азота в системе. Не исключено, что в процессе эксперимента образуются промежуточные продукты - комплексные соединения металлов - цианиды и роданиды с группами CN⁺ и CNS⁻. Этот важный вопрос требует дальнейшего изучения.

С другой стороны, остается не ясной роль серы в природном алмазообразовании. Как известно, доля «безазотных» индивидов типа Па в большинстве трубок и россыпей не превышает 10%. Существует ли корреляция между содержанием сульфидных включений и концентрацией структурного азота в кристаллах?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что В.Г. Винс, В.К. Гаранин, и З.В. Специус имеют целый ряд публикаций в соответствующей данной диссертационной работе сфере исследования и компетентны в данной отрасли науки, а ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Российской академии наук (ГЭОХИ РАН) (г. Москва) широко известен своими достижениями в данной

отрасли науки.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана методика выращивания алмазов в системах Fe-Ni-S-C, Fe-Co-S-C, Fe-S-C на многопуансонных аппаратах высокого давления типа «БАРС». Впервые получены и изучены кристаллы алмаза в системах Fe-S-C (серы менее 5 мас. %), Fe-Ni-S-C, Fe - Co-S-C-Ti (серы менее 14 мас. %). Установлено наличие летучих соединений серы, образовавшихся в системе Fe-C-S при 5.3 ГПа и 1300 °C. Исследованы кристаллы алмаза и сопутствующие им фазы, выращенные в системах Fe-Ni(Co)-Ti-C; Fe-Ni(Co)-Ti-B-C. Предложена модель генезиса природных безазотных алмазов типа IIa в условиях резко-восстановительной обстановки. Показано, что CaCO₃ при 4 ГПа и 1350°C и восстановительных условиях вступает во взаимодействие с железом с образованием твердого углерода (графита). В системах MgCO₃-Ca(OH)₂-Fe-SiO₂, Fe-C-серпентин при 2 – 4 ГПа и 1200 – 1400°C впервые получены тяжелые углеводороды парафинового ряда. На основе экспериментальных данных по НРНТ-отжигу (7 ГПа и 1800°C) природных и искусственных алмазов с силикатными и оксидными включениями сделан вывод об их инертности по отношению к алмазу, что способствует полной сохранности таких включений. Установлено, что при мантийных параметрах (4 ГПа, 1400°C) в серосодержащем расплаве железа состава (Fe-80 мас.% (~70 ат.%); S-20 мас.% (~30 ат.%)) плоскогранные октаэдрические кристаллы алмаза преобразуются в кривогранную форму октаэдроида с морфологическими характеристиками, подобными природным алмазам. Показано, что силикат-галогенидная (NaCl, NaF) среда в отсутствие водосодержащего флюида по экспериментальным данным (2 ГПа 1300 – 1400°C) является инертной по отношению к алмазу и способствует его сохранности при транспортировке к поверхности Земли. Предложен и экспериментально апробирован механизм просачивания расплава железа через твердую оливиновую матрицу при высоких Р-Т параметрах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

1. Введение серы в системы Fe-Ni-C-S (до 14 мас.%), Fe-Co-C-S (до 14 мас.%), Fe-C-S (до 5 мас.%) не приводит к увеличению Р-Т параметров синтеза и роста алмазов. Совместно с алмазом кристаллизуются графит, карбидные и сульфидные фазы. Присутствие в системе Fe-C серы сопровождается снижением содержания азота в структуре выращенных алмазов, а также сложным составом газовой фазы ростовой системы, включая летучие соединения серы и высокомолекулярные углеводороды (ТУВ).

2. Кристаллы алмаза типа Ia в системах Fe-Ni(Co)-Ti-C и типа IIb в системах Fe-Ni(Co)-Ti-B-C образуются при 5.5 – 6.0 ГПа и 1350 – 1450 °С при генерации резко-восстановительных условий. НРНТ-обработка алмазов типа IIb при 7 ГПа и 2000°С не приводит к изменению распределения примесных борсодержащих центров в кристаллах.

3. В углеродсодержащих системах: MgCO₃-Ca(OH)₂-Fe-SiO₂ (3.0 ГПа, 1300°С, буфер Ti-TiO₂); Fe-C-серпентин (2-4 ГПа 1200°С, буфер IW) C-O-H флюид имеет сложный молекулярный состав, включая тяжелые углеводороды и их кислородсодержащие аналоги. В данных системах получен полный набор предельных углеводородов от метана (CH₄) до гексадекана (C₁₆H₃₄).

4. Включения оливина, граната, шпинели, хромита при НРНТ-воздействии (до 7ГПа, до 1800°С) инертны к алмазу-хозяину, поэтому они не изменяются в постростовой период нахождения алмазов в мантии Земли. Серосодержащий расплав железа состава Fe - 80 мас.% (~70 ат.-%); S - 20 мас.% (~30 ат.-%) при 4 ГПа и 1400°С является агрессивной средой по отношению к алмазу. При растворении в нем плоскогранные октаэдрические кристаллы алмаза преобразуются в кривогранные индивиды с формой октаэдроида и морфологическими скульптурами, подобными природным алмазам из кимберлитов. Вследствие низкой растворимости углерода при 3 ГПа и 1300-1400°С галогенидные (NaCl, NaF) и силикат-галогенидные (NaCl-силикатный расплав, NaF-силикатный расплав) системы являются благоприятной средой для сохранности алмазов.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования, включающий в себя оптическую и электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ,

рентгенофлуоресцентный анализ, ИК-спектроскопию, хромато-масс-спектрометрию. В основу работы положены результаты многолетних (1994-2016 гг.) экспериментальных исследований на многопуансонном аппарате высокого давления типа «БАРС». По теме диссертации проведено более 500 опытов при высоком давлении. В процессе работы автором разработаны новые ячейки высокого давления и созданы специальные методы проведения экспериментов.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что: в результате исследования представлены

1. Новые экспериментальные данные, такие как:

- роль металл-сульфидных расплавов в процессах алмазообразования на раннем этапе истории Земли, а также устойчивость алмазов и силикатных и оксидных включений в них при мантийных Р-Т параметрах позволяют совершенствовать теории поиска алмазов;

- синтез тяжелых углеводородов при мантийных параметрах в ходе экспериментов способствует пониманию на новом уровне флюидного режима в мантии.

Кроме того, представленные экспериментальные исследования могут быть использованы для построения новых теоретических моделей процессов, происходивших в Земле, и способствовать решению фундаментальных проблем геологии.

2. Разработанные методы выращивания синтетических кристаллов алмаза на многопуансонном аппарате высокого давления типа «БАРС» в системах Fe-Ni(Co)-C-Ti, Fe-Ni(Co)-C-Ti-B, определение параметров роста кристаллов алмаза, могут быть применены для получения алмазов с новыми физическими свойствами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Высокая степень достоверности и обоснованности результатов проведенных исследований, обобщенных в виде защищаемых положений и выводов диссертации Е.И. Жимулева, определяется эффективным использованием современных методов экспериментального моделирования в решении проблем генезиса алмаза в серосодержащих металл-углеродных

системах, а так же сохранности алмаза в различных средах. Полученные в ходе экспериментов образцы детально изучены с применением оптической и электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, рентгенофлуоресцентного анализа, ИК-спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии. Результаты исследований обсуждались на российских и международных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых журналах.

Теоретическое обобщение построено на основе результатов комплексного экспериментального исследования алмазообразования в металл-серо-углеродных системах, а также устойчивости алмаза в различных средах на постростовом этапе при мантийных давлениях и температурах. Идеи диссертации базируются как на общепринятых моделях и концепциях, касающихся проблематики – роли металл-серо-углеродных расплавов в алмазообразовании в мантии Земли, так и на вновь развивающихся гипотезах. Результаты не противоречат ранее опубликованным и во многом дополняют экспериментальные данные по этой теме.

Установлена согласованность результатов исследования с данными, полученными при исследованиях включений в природных алмазах из кимберлитов, а также морфологических особенностей природных алмазов из кимберлитов.

Личный вклад соискателя. Автором проведен детальный анализ существующей научной литературы по тематике диссертации. На основании проведенного анализа соискатель сформулировал цель исследования и задачи, актуальность которых не вызывает сомнения. Для решения поставленных задач автором лично были разработаны методики проведения экспериментов и уникальные подходы к анализу образцов после экспериментов. Разработанные автором методики позволили ему провести широкий спектр экспериментальных и аналитических исследований при высоких давлениях и температурах, направленных на решение поставленной цели и задач. Автором получены новые результаты по кристаллизации алмаза и сопутствующих фаз в системах металл – сера – углерод при высоких Р-Т параметрах, а также по посткристаллизационному отжигу алмазов и сохранности при транспортировке

их кимберлитовым расплавом к поверхности Земли. Представлены новые результаты по постростовому изменению морфологии алмазов в различных химических средах и Р-Т параметрах верхней мантии. Экспериментально апробирована модель просачивания металлического расплава сквозь матрицу и межзерновое пространство твердых силикатных зерен при участии углерода. Полученные результаты позволили автору сформулировать гипотезу образования древних природных алмазов ультраосновного парагенезиса.

Диссертация Жимулева Е. И. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований сформулированы и обоснованы научные положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области экспериментальной минералогии, а именно экспериментального моделирования: генезиса алмаза в серосодержащих металл-углеродных расплавах; сохранности алмаза в посткриSTALLизационный период в мантии Земли и на этапе его транспортировки кимберлитовым расплавом к поверхности Земли.

На заседании 28 февраля 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Жимулеву Егору Игоревичу ученую степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности 25.00.05, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета

Н. В. Соболев

Ученый секретарь диссертационного совета

О. Л. Гаськова

03 марта 2017 г.

