

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Федерального  
государственного бюджетного  
учреждения науки

Института геологии и минералогии  
им. В.С. Соболева Сибирского  
отделения Российской академии



М.П. Дук Николай Николаевич

« 11 » июля 2018 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева  
Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН).**

Диссертация «**Экспериментальное исследование кристаллизации и преобразования силикатных и оксидных минералов мантийных парагенезисов, ассоциирующих с алмазом**» выполнена в лаборатории «Экспериментальной петрологии» (№ 449) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

В период подготовки диссертации соискатель **Чепуров Алексей Анатольевич** работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории «Экспериментальной петрологии» (№ 449) в должности старшего научного сотрудника.

В 1994 г. окончил геолого-геофизический факультет Новосибирского государственного университета (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») по специальности геохимия, минералогия и петрология (кафедра минералогии и петрографии). В 2000 г. защитил диссертацию «Экспериментальное исследование кристаллизации алмаза в системах металл-силикат-углерод и металл-оксид-углерод» на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – «минералогия, кристаллография» (решение диссертационного совета Д 002.050.01 ОИГМ СО РАН, от 26 декабря 2000 г. №01/10, диплом КТ № 041167 от 16 марта 2001 г.).

**По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

**Целью** диссертационной работы А.А. Чепурова является экспериментальное исследование кристаллизации силикатных и оксидных минералов, типичных для мантийных алмазодержащих парагенезисов, в том числе совместно с алмазом в металлическом расплаве, а также изучение взаимодействия силикатных минералов с кимберлитовым расплавом. Для решения поставленной задачи были проведены эксперименты по совместной кристаллизации алмаза и силикатных минералов в силикат-металл-углеродных системах при высоких давлениях и температурах, кристаллизация высокохромистых гранатов в модельных системах при Р-Т условиях, соответствующих верхней мантии Земли и изучена устойчивость



силикатных минералов при взаимодействии с кимберлитовым расплавом при мантийных P-T параметрах.

### **Актуальность исследования**

На протяжении многих лет наиболее информативным источником по минералогии мантии [Harris, 1968; Соболев, 1974; Harris, Gurney, 1979; Gurney, 1989; Sobolev et al., 2004; Stachel, Harris, 2008 и др.] являются природные алмазы с присутствующими в них включениями силикатных, оксидных и других минералов, среди которых особое место занимает пироп. Несмотря на то, что современные модели уже хорошо объясняют многие наблюдаемые явления, остается ряд дискуссионных проблем, связанных с особенностями кристаллизации и преобразования мантийных силикатных и оксидных минералов в связи с генезисом алмаза. Так, актуальными для изучения являются вопросы, связанные с ролью металлических расплавов при кристаллизации алмазов и силикатных минералов: многочисленные находки включений самородного железа в алмазах [Соболев и др., 1981; Meyer, 1987; Garanin, Kudryavtseva, 1990; Буланова и Заякина, 1991; Гаранин и др., 1991; Горшков и др., 1995, 1997, 1998; Bulanova, 1995; Bulanova et al., 1998; Stachel et al., 1998a], зачастую в ассоциации с минералами литосферной мантии, которые характеризуются низкой железистостью [Соболев, 1974; Stachel, Harris, 2008; Sobolev et al., 2009b; Lenaz et al., 2013], пока что не могут быть полностью объяснены существующими моделями [Shirey et al., 2013; Smith et al., 2016].

Неоднозначным до сих пор остается понимание условий кристаллизации субкальциевых гранатов в мантии Земли [Boyd & Gurney, 1982; Bulatov et al., 1991; Stachel et al., 1998; Klein-Ben David & Pearson, 2009], в особенности при ответе на вопрос об их тесной связи с алмазом [Malkovets et al., 2007]. Широкую дискуссию вызывают вопросы эволюции состава кимберлитовых расплавов, а именно химическая устойчивость мантийных силикатов в кимберлите [Agashev et al., 2008; Russell et al., 2012; Похиленко и др., 2015].

Особая роль в решении геологических задач всегда принадлежала исследованиям при высоких давлениях и температурах [Brey et al., 1999, 2006; Pal'yanov et al., 1999; Kozai, Arima, 2005; Dasgupta, Hirschmann, 2007; Туркин, Соболев, 2009; Litasov et al., 2013a; Sirotkina et al., 2015; Zhimulev et al., 2016; Spivak, Livin, 2017 и др.]. Кроме того, экспериментальные работы имеют важное прикладное значение, связанное с улучшением технологии роста синтетических алмазов и совершенствованием критериев оценки алмазоносности кимберлитов.

### **Наиболее важные научные результаты, полученные соискателем:**

1. В работе было экспериментально продемонстрировано, что при давлении 5 ГПа и температуре 1300 °С в гетерогенной среде, состоящей из расплавов Fe-Ni-C и силикатного расплава (или твердого силиката), основным агентом алмазообразования является Fe-Ni расплав, причем рост монокристаллов алмаза сменяется образованием его расщепленных кристаллов при содержании силикатного вещества более 10 вес.%. При этом обнаружено, что химический состав силикатов и оксидов, кристаллизующихся совместно с алмазом, соответствует минералам мантийных алмазосодержащих парагенезисов.

2. Проведенное в работе экспериментальное исследование показало, что при давлении 5 ГПа и температурах 1100-1300 °С взаимодействие серпентинита и хромита приводит к образованию минеральных ассоциаций, состоящих из высокомагнезиального оливина, ортопироксена, хромистой шпинели и граната. При этом в условиях поступления кальция, состав граната изменяется в широком диапазоне от самых низкокальциевых (0.3 мас.% CaO) до высококальциевых (20 мас.% CaO) разновидностей, что демонстрирует определяющую роль миграции кальция на кристаллизацию широкого спектра гранатов - от пиропов гарцбургитовой до уваровитов верлитовой ассоциаций из включений в природных алмазах и сростков с ним.



3. Экспериментально продемонстрировано, что при давлении 5 ГПа и температуре 1300 °С в системе оливин-ортопироксен-хромит-корунд в присутствии водного флюида и до 1.5 вес.% Са-содержащего карбонатита происходит кристаллизация хромистых гранатов с содержанием СаО не выше 3.5 мас.%, сходными по составу с гарцбургитовыми гранатами из включений в природных алмазах, что демонстрирует принципиальную возможность образования субкальциевых хромистых пиропов мантийных парагенезисов путем метасоматических преобразований гарцбургитов при участии карбонатитов.

4. При давлении 4 ГПа и температурах 1300-1500 °С экспериментально установлен ряд устойчивости силикатных минералов перидотитового парагенезиса в кимберлитовом расплаве, а именно оливин >> гранат > ортопироксен > клинопироксен, что указывает на возможный механизм обогащения расплава кремнеземом в мантийных условиях. При этом показана высокая скорость оседания кристаллов силикатных минералов в кимберлитовом расплаве, которая составляет порядка 1 м/час. Преобразование пироба в пироп-гроссуляровый гранат с высоким содержанием СаО до 24 мас.% служит свидетельством роста природного алмаза с захватом включений субкальциевых гранатов в средах с очень низким содержанием кальция. Ксеногенность монокристаллов алмаза по отношению к кимберлиту подтверждается по данным атомно-силовой микроскопии наноморфологическими признаками растворения поверхности алмазов.

**Личный вклад соискателя** заключался в постановке задач, разработке методики экспериментальных исследований, подготовке и проведении экспериментов на аппаратах высокого давления типа «БАРС», анализе результатов экспериментов, обобщении полученного материала и формулировании основных выводов.

**Высокая степень достоверности и обоснованности результатов проведенных исследований.**

Результаты диссертационной работы А.А. Чепурова, ее научные положения и выводы являются достоверными и обоснованными. Достоверность представленных результатов основывается на высоком методическом уровне проведения работы, представительности и достоверности исходных данных, а также выборе набора методов исследования, оптимального для решения поставленных задач.

В основу работы положены результаты многолетних (1995-2018гг.) экспериментальных исследований на многопуансонном аппарате высокого давления типа «БАРС». По теме диссертации проведено более 500 опытов при высоком давлении. Для изучения полученных образцов был использован широкий комплекс методов, включающий в себя оптическую, сканирующую электронную и атомно-силовую микроскопию, электронный микропробный анализ, рентгенофазовый анализ, спектроскопию в УФ-видимой-ближней ИК области спектра, газовую хромато-масс-спектрометрию. Работа выполнена на аппаратурной и приборной базе Института геологии и минералогии СО РАН, а также ряда других институтов СО РАН.

Результаты исследований апробированы на российских и зарубежных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах.

**Научная новизна.**

1. Экспериментально продемонстрировано, что в результате взаимодействия металлического Fe-Ni-C и силикатного расплава при давлении 5 ГПа, температуре 1300 °С и  $f_{O_2}$  на уровне буфера Fe-FeO, происходит кристаллизация силикатных и оксидных минералов совместно с алмазом, где основным агентом алмазообразования является Fe-Ni расплав, причем рост монокристаллов алмаза сменяется образованием его расщепленных кристаллов при содержании силикатного вещества более 10 вес.%. Полученные результаты свидетельствуют



о том, что в природных условиях алмазы могли кристаллизоваться в металлических расплавах в высоковосстановительной обстановке совместно с силикатными и оксидными фазами, состав которых типичен для минералов перидотитового или эклогитового парагенезисов.

2. Показано, что при давлении 4-6 ГПа и температурах 1100-1400 °С из субстрата, исключительно обедненного по содержанию кальция (СаО менее 0.1 мас.%) в системе основных компонентов  $MgO-SiO_2-Al_2O_3-Cr_2O_3$ , природным аналогом которой может быть серпентинит или водосодержащий перидотит с хромистой шпинелью, происходит кристаллизация субкальциевых хромистых пиропов с содержанием СаО менее 1 мас.%, что демонстрирует возможность образования субкальциевых хромистых гранатов при субдукции серпентинитов, взаимодействующих с мантийными шпинель-содержащими перидотитами.

3. При давлении 5 ГПа и температуре 1300 °С экспериментально продемонстрирована роль флюида преимущественно водного состава при кристаллизации хромистых гранатов с широкими вариациями содержаний хрома и кальция, а именно: Cr-пиропов (6-12 мас.%  $Cr_2O_3$  и 0.1-6 мас.% СаО) и уваровитов (14-21 мас.%  $Cr_2O_3$  и 13-24 мас.% СаО), формируя тренд от самых низкокальциевых пироповых разновидностей гарцбургитовой ассоциации до уваровитовых гранатов из верлитов.

4. Показано, что при давлении 5 ГПа и температуре 1300 °С в системе оливин-ортопироксен-хромит-корунд в присутствии водного флюида и до 1.5 вес.% Са-содержащего карбонатита происходит кристаллизация хромистых гранатов с содержанием СаО не более 3.5 мас.%, что демонстрирует принципиальную возможность образования субкальциевых хромистых пиропов мантийных парагенезисов путем метасоматических преобразований гарцбургитов при участии карбонатитов.

5. Установлено, что при взаимодействии пиропового граната с кимберлитовым расплавом при 4 ГПа в температурном интервале 1200-1400 °С происходит преобразование пироба в пироп-гроссуляровый гранат с высоким содержанием СаО до 24 мас.%. Это означает, что рост алмаза с захватом включений перидотитовых гранатов происходил в системе с очень низким содержанием кальция.

6. Экспериментально установлен следующий ряд устойчивости силикатных минералов в кимберлитовом расплаве при давлении 4 ГПа и температурах 1300-1500 °С по скорости их растворения в расплаве, а именно: клинопироксен  $\geq$  ортопироксен  $>$  гранат  $>$  оливин, что указывает на возможный механизм обогащения кимберлитового расплава  $SiO_2$  при его эволюции в мантийных условиях.

7. Показано, что в кимберлитовом расплаве происходит достаточно быстрое гравитационное осаждение ксенокристаллов, которое по экспериментальным данным, составляет порядка 1 м/час, причем отсадка кристаллов происходит с разной скоростью: гранат  $>$  оливин  $>$  ортопироксен.

8. Методом атомно-силовой микроскопии установлено, что округлые поверхности приреберных участков кристаллов алмаза типа Ia из кимберлитов, сформированные дитригональными и тригональными слоями, имеют волнообразный профиль ступеней с периодом, который может изменяться от нескольких десятков до первых сотен нанометров. Полученные результаты свидетельствуют, что оба типа скульптур на природных алмазах сформировались в результате растворения.

#### **Практическая значимость.**

1. В ходе выполнения работы были усовершенствованы и запатентованы технологические приемы, используемые для выращивания и отжига кристаллов алмаза на аппарате высокого давления БАРС.

2. Результаты изучения состава гранатов, кристаллизовавшихся в поле устойчивости алмаза, а также новые экспериментальные данные по взаимодействию гранатов с кимберлитовыми расплавами могут быть полезны для совершенствования критериев оценки алмазоносности кимберлитов и поиска алмазов.



3. При подготовке диссертации была разработана и запатентована методика травления поверхности алмазов наночастицами железа, которая позволяет создавать на поверхности алмаза чрезвычайно шероховатую поверхность. Данный способ обработки был опробован в технологии пайки алмазного инструмента.

**Соответствие диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите:** Диссертационная работа А.А.Чепурова представляет собой научно-квалификационную работу, посвященную экспериментальным исследованиям при высоких давлениях и температурах процессов кристаллизации и преобразования силикатных и оксидных минералов, типичных для мантийных алмазосодержащих парагенезисов, в том числе совместно с алмазом в металлическом расплаве, а также изучению взаимодействия силикатных минералов с кимберлитовым расплавом. Область исследования полностью соответствует формуле специальности 25.00.05 по геолого-минералогическим наукам, а именно пункту 11 – экспериментальная минералогия.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем:** Основные научные результаты и материалы диссертационного исследования изложены в научных публикациях соискателя А.А. Чепурова (с соавторами). По теме диссертации опубликована 31 статья в рецензируемых научных журналах и изданиях по перечню ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций и получено 4 патента на изобретение РФ.

**Основные публикации соискателя, в которых опубликованы материалы диссертации:**  
(Статьи в рецензируемых научных журналах по перечню Web of Science и ВАК):

1. Федоров И.И., Багрянцев Д.Г., **Чепуров А.А.**, Осоргин Н.Ю., Похиленко Л.Н., Чепуров А.И. Экспериментальное изучение захвата летучих примесей алмазами при их кристаллизации // Геохимия. – 1998. – № 4. – С. 416-421.
2. Фёдоров И.И., **Чепуров А.А.**, Сонин В.М., Туркин А.И., Чепуров А.И. Влияние фугитивности кислорода на железистость силикатов в условиях верхней мантии // Геохимия. – 1999. – № 9. – С. 961-966.
3. **Chepurov A.A.**, Dereppe J.M., Fedorov I.I., Chepurov A.I. The change of Fe-Ni alloy inclusions in synthetic diamond crystals due to annealing // Diamond and Related Materials. – 2000. – V. 9. – P. 1374-1379.
4. **Чепуров А.А.**, Федоров И.И., Чепуров А.И. Экспериментальное изучение кристаллизации алмаза в металл-силикатно-углеродных системах // Отечественная геология. – 2001. – № 1. – С. 56-60.
5. **Чепуров А.А.**, Сонин В.М., Чепуров А.И. Влияние силикатов на рост синтетических кристаллов алмаза // Записки ВМО. – 2002. – Ч.СXXXI. – № 1. – С. 107-110.
6. Fedorov I.I., **Chepurov A.A.**, Dereppe J.M. Redox conditions of metal-carbon melts and natural diamond genesis // Geochemical Journal. – 2002. – V. 36. – № 3. – P. 247-253.
7. Надолинный В.А., Юрьева О.П., Елисеев А.П., Похиленко Н.П., **Чепуров А.А.** Разрушение азотных V1-центров при пластической деформации природных алмазов типа IaB и поведение образующихся при этом дефектов при Р,Т – обработке // Доклады Академии Наук. – 2004. – Т. 399. – № 4. – С. 532-536.
8. Федоров И.И., Чепуров А.И., **Чепуров А.А.**, Куроедов А.В. Оценка скорости «самоочистения» алмазов от металлических включений в мантии Земли в посткристаллизационный период // Геохимия. – 2005. – № 12. – С. 1340-1344.
9. Федоров И.И., Чепуров А.И., Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Логвинова А.М. Экспериментальное и термодинамическое изучение кристаллизации алмаза и силикатов в металл-силикатно-углеродной системе // Геохимия. – 2008. – № 4. – С. 376-386.
10. Чепуров А.И., Федоров И.И., Сонин В.М., Логвинова А.М., **Чепуров А.А.** Температурные воздействия на сульфидные включения в алмазах // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49. – № 10. – С. 978-983.



11. Nadolnny V.A., Yuryeva O.P., **Chepurov A.A.**, Shatsky V.S. Titanium Ions in the Diamond Structure: Model and Experimental Evidence // Applied Magnetic Resonance. – 2009. – V. 36. – № 1. – P. 109-113.
12. Чепуров А.И., Томиленко А.А., Жимулев Е.И., Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Сурков Н.В., Ковязин С.В. Проблема воды в верхней мантии: разложение антигорита // Доклады Академии Наук. – 2010. – Т. 434. – № 3. – С. 391-394.
13. Чепуров А.И., Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Жимулев Е.И., Толочко Б.П., Елисеев В.С. Взаимодействие алмаза с ультрадисперсным порошком железа, полученным различными способами // Неорганические материалы. – 2011. – Т. 47. – № 8. – С. 957-961.
14. Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Томиленко А.А., Похиленко Н.П. Экспериментальная оценка скорости гравитационного фракционирования ксенокристаллов в кимберлитовой магме при высоких P-T параметрах // Доклады Академии Наук. – 2011. – Т. 440. – № 5. – С. 678-681.
15. 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 P-T параметрах в процессе разложения антигорита // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53. – № 3. – С. 305-320.
16. Чепуров А.И., Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Жимулев Е.И., Косолобов С.С., Соболев Н.В. Взаимодействие алмаза с ультрадисперсными частицами железа в среде водорода: микроморфология поверхности // Доклады Академии Наук. – 2012. – Т. 447. – № 3. – С. 322-325.
17. Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Щеглов Д.В., Косолобов С.С., Логвинова А.М., Чепуров А.И., Латышев А.В., Соболев Н.В. Исследование поверхности природных алмазов методом атомно-силовой микроскопии // Доклады Академии Наук. – 2012. – Т. 447. – № 4. – С. 437-439.
18. **Чепуров А.А.**, Тычков Н.С., Соболев Н.В. Экспериментальное моделирование условий кристаллизации субкальциевых хромистых пиропов // Доклады Академии Наук. – 2013. – Т. 452. – № 6. – С. 664-668.
19. Чепуров А.И., Жимулев Е.И., Агафонов А.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. 406-415.
20. **Чепуров А.А.**, Туркин А.И. Изменение состава пироба в кимберлитовом субстрате при высоких P-T параметрах // Геохимия. – 2015. – Т. 53. – № 1. – С. 83-87.
21. **Чепуров А.А.**, Похиленко Н.П. Экспериментальная оценка вязкости кимберлитового расплава // Доклады Академии Наук. – 2015. – Т. 462. – № 4. – С. 467-470.
22. **Chepurov A.A.**, Turkin A.I., Dereppe J.M. Interaction of serpentine and chromite as a possible formation mechanism of subcalcic chromium garnet in the upper mantle: an experimental study // European Journal of Mineralogy. – 2016. – V. 28. – № 2. – P. 329-336.
23. **Чепуров А.А.**, Косолобов С.С., Щеглов Д.В., Сонин В.М., Чепуров А.И., Латышев А.В. Наноскульптуры на округлых поверхностях природных алмазов // Геология рудных месторождений. – 2017. – Т. 59. – № 3. – С. 251-260.
24. **Чепуров А.А.**, Туркин А.И. Проблема генезиса высокохромистых гранатов в перидотитах верхней мантии по экспериментальным данным // Отечественная геология. – 2017. – № 3. – С. 69-73.
25. **Чепуров А.А.**, Туркин А.И., Похиленко Н.П. Кристаллизация высококальциевого хромистого граната при взаимодействии серпентина, хромита и Са-содержащего водного флюида // Доклады Академии Наук. – 2017. – Т. 476. – № 6. – С. 688-692.
26. **Чепуров А.А.**, Сонин В.М., Чепуров А.И., Томиленко А.А. Влияние содержания ксенокристаллов оливина на вязкость кимберлитового расплава (экспериментальные данные) // Вулканология и сейсмология. – 2018. – № 2. – С. 1-10.



27. Sonin V.M., Leech M., **Chepurov A.A.**, Zhimulev E.I., Chepurov A.I. Why are diamonds preserved in UHP metamorphic complexes? Experimental evidence for the effect of pressure on diamond graphitisation // International Geology Review. – 2018, in press.
28. Chepurov A.I., Sonin V.M., Zhimulev E.I., **Chepurov A.A.**, Pomazansky B.S., Zemnukhov A.L. Dissolution of diamond crystals in a heterogeneous (metal-sulfide-silicate) medium at 4 GPa and 1400 °C // Journal of Mineralogical and Petrological Sciences. – 2018. – V. 113. – P. 59-67.
29. **Chepurov A.A.**, Dereppe J.M., Turkin A.I., Lin V.V. From subcalcic pyropes to uvarovites: experimental crystallization of Cr-rich garnets in ultramafic systems with presence of Ca-bearing hydrous fluid // Neues Jahrbuch für Mineralogie. – 2018. – V. 195 (1). – P. 65-78.
30. Zhimulev E.I., Chepurov A.I., Sonin V.M., Litasov K.D., **Chepurov A.A.** Experimental modeling of percolation of molten iron through polycrystalline olivine matrix at 2.0-5.5 GPa and 1600°C // High Pressure Research. – 2018, DOI: 10.1080/08957959.2018.1458847.
31. **Chepurov A.**, Sonin V., Shcheglov D., Latyshev A., Filatov E., Yelisseyev A.A highly porous surface of synthetic monocrystalline diamond: Effect of etching by Fe nanoparticles in hydrogen atmosphere // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2018. – V. 76. – P. 12-15.

#### Патенты на изобретение

1. **Чепуров А.А.**, Булатов А.В. Способ обработки алмаза и реакционная ячейка многоуансонного аппарата для его осуществления. Патент РФ № 2201797. Приоритет от 07.12.2001. Зарегистрирован в Гос. реестре изобретений РФ 10 апреля 2003 года.
2. **Чепуров А.А.** Реакционная ячейка многоуансонного аппарата высокого давления для выращивания малоазотных монокристаллов алмаза. Приоритет от 17.01.2003. Патент РФ № 2254910. Зарегистрировано в Гос. реестре изобретений РФ 27 июня 2005.
3. **Чепуров А.А.** Реакционная ячейка многоуансонного аппарата для отжига алмазов. Патент РФ на полезную модель № 54045. Приоритет от 15.03.2005. Зарегистрирован в Гос. реестре изобретений РФ 10 июня 2006.
4. Чепуров А.И., Сонин В.М., **Чепуров А.А.**, Жимулев Е.И. Способ обработки алмаза. Патент РФ № 2451774. Приоритет от 02.12.2010. Зарегистрирован в Гос. реестре изобретений РФ 27 мая 2012. Патентообладатель: ИГМ СО РАН.

Диссертация «**Экспериментальное исследование кристаллизации и преобразования силикатных и оксидных минералов мантийных парагенезисов, ассоциирующих с алмазом**» Чепурова Алексея Анатольевича 25.00.05 – «минералогия, кристаллография» рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности **25.00.05**.

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории «Экспериментальной петрологии» (№ 449) ИГМ СО РАН. Присутствовало на заседании 23 человека, из них докторов геол.-мин. наук - 12, докторов физ.-мат. наук - 2, докторов техн. наук - 1, кандидатов геол.-мин. наук - 7, младший научный сотрудник - 1.  
Протокол №449/2018-07-31.



Заключение оформил:

**Чепуров Анатолий Ильич**  
доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий лабораторией «Экспериментальной  
петрологии» (№ 449) ИГМ СО РАН