

ВЕЩЕСТВО МАНТИИ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ: ГЕНЕЗИС АЛМАЗА И АССОЦИИРОВАННЫХ МИНЕРАЛОВ

Руководитель проекта: профессор д.х.н. **Литвин Юрий Андреевич**

Институт экспериментальной минералогии Российской академии наук

Участники проекта: д.г.-м.н. А.В. Спивак, к.г.-м.н. А.В. Кузюра, к.г.-м.н. Н.А. Солопова*, Д.А. Симонова*, Е.В. Лиманов*.

Цели и задачи проекта

Экспериментально до 30 ГПа и теоретически исследовать фазовые отношения при плавлении коренных магматических оксид-силикатных и алмазообразующих оксид-силикат-карбонат-углеродных систем – верхней мантии на глубинах 150-250 км (ключевые фазы: оливин $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$, гранат $(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, пироксены MgSiO_3 и $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, жадеит $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$, коэсит SiO_2 , карбонаты K, Na, Mg, Fe, Ca) и нижней мантии на глубинах 660-800 км (ключевые фазы: бриджменит $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$, ферропериклаз $(\text{Mg,Fe})\text{O}$, Ca-перовскит CaSiO_3 , стишовит SiO_2 , магнезиевюстит $(\text{Fe,Mg})\text{O}$, карбонаты Na, Mg, Fe, Ca). Построить их фазовые диаграммы при плавлении в режимах равновесной и фракционной кристаллизации. На этой основе раскрыть физико-химические механизмы генезиса алмаза и генетически ассоциированных минералов. Обобщить полученные экспериментальные результаты совместно с данными аналитических исследований природных минералов, генетически ассоциированных с алмазами, и обосновать новую физико-геохимическую концепцию генезиса алмазов и ассоциированных фаз.

Важнейшие результаты, полученные в 2015 г.

1. Для глубин нижней мантии при 26 ГПа изучены фазовые отношения алмазообразующей системы $\text{MgO-FeO-CaO-SiO}_2\text{-(Na-Mg-Fe-Ca-карбонат)-C}$ методом политермических разрезов (рис. 1). Открыта перитектическая реакция (P) бриджменита (FBrd) и Fe-содержащего расплава L с образованием стишовита (Sti) и магнезиевюстит (MWus) как физико-химический механизм эволюции коренных магм и алмазообразующих расплавов нижней мантии. Это позволило воспроизвести в эксперименте условия совместного генезиса алмазов и ассоциированных минералов как ультраосновных Fe-периклаза и Fe-бриджменита, так и основных стишовита и Mg-вюстит (рис. 2 -4).

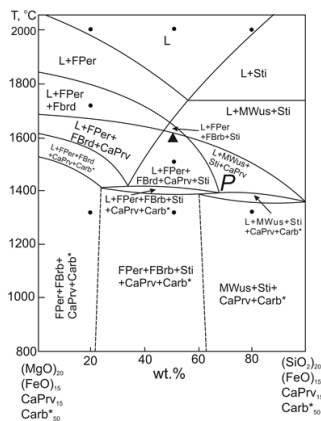


Рис. 1

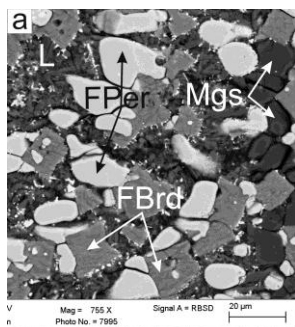


Рис. 2

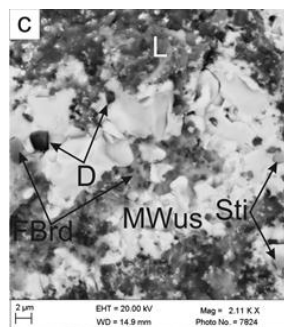


Рис. 3

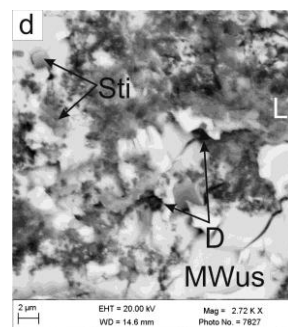


Рис. 4

Символы фаз: L - расплав, FPer – ферропериклаз, FBrd – железистый бриджменит, CaPrv – Ca перовскит, MWus - магнезиевюстит, Sti - стишовит, Carb* - все карбонаты, D – алмаз.

2. Для глубин верхней мантии при 6 ГПа исследованы фазовые отношения коренной магматической системы оливин-диопсид-жадеит-гранат методом политермических разрезов (рис. 5 и 6). Открыта перитектическая реакция (P) оливина (Ol) и жадеит-содержащего расплава L с образованием граната (Grt) как глобальный физико-химический механизм магматической ультрабазит-базитовой эволюции верхней мантии. Главные этапы эволюции воспроизведены в эксперименте (рис. 7 и 8). Этот механизм присущ также алмазообразующим расплавам верхней мантии при совместном генезисе алмазов и ассоциированных минералов ультраосновного и основного парагенезисов.

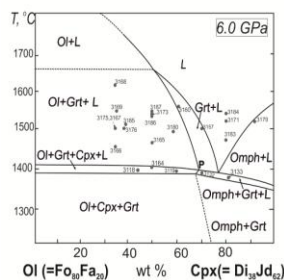


Рис. 5

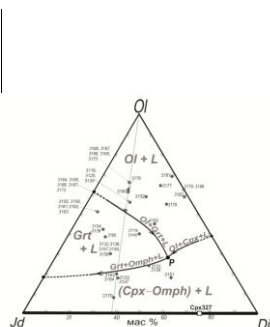


Рис. 6

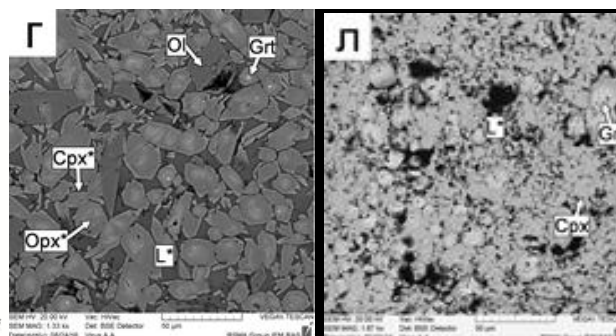


Рис. 7

Рис. 8

Символы фаз: L - расплав, Ol - оливин, Fo - форстерит, Fa - фаялит, Grt -гранат, Cpx - клинопироксен, Omph - омфациит, Di - диопсид, Jd -жадеит (твердые фазы, образующиеся в эксперименте при закадке многокомпонентных расплавов,- Орх* - ортопироксен и L*- смесь закалочных дендритных фаз).

3. Разработана обобщенная мантийно-карбонатитовая концепция генезиса алмазов и ассоциированных минералов на глубинах мантии Земли 150-800 км, с которых алмазы вынесены кимберлитовыми магмами к земной поверхности. В ее основе – экспериментальные физико-химические результаты исследований магматических и алмазообразующих систем мантии по данному проекту. Раскрыты изменчивые составы силикат-оксид-карбонат-углеродных материнских расплавов-растворов, установлен физико-химически единый расплав-растворный способ образования алмаза на горизонтах с различной минералогией, а также определены перитектические реакции минералов и расплавов, которыми контролируется ультрабазит-базитовая эволюция материнских расплавов алмазов и минеральных включений в них в условиях верхней и нижней мантии.

Список публикаций по проекту за 2015г.

1. Spivak A., Solopova N., Dubrovinsky L., Litvin Yu. (2015). Melting relations of multicomponent carbonate $\text{MgCO}_3 - \text{FeCO}_3 - \text{CaCO}_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3$ system at 11 – 26 GPa: application to deeper mantle diamonds formation. *Physics and Chemistry of Minerals*, 42, 817-824.
2. Solopova N.A., Spivak A.V., Litvin Yu.A., Dubrovinsky L. Melting and decomposition of MgCO_3 at pressures up to 84 GPa. *Physics and Chemistry of Minerals*, 2015, 42, 73-81.
3. Спивак А.В., Солопова Н.А., Дубровинский Л.С., Литвин Ю.А. Система $\text{MgCO}_3 - \text{FeCO}_3 - \text{CaCO}_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3$ при 12-23 ГПа: фазовые отношения и значение в генезисе сверхглубинных алмазов. *Доклады Академии Наук*, 2015, 2, 209-213.

Список докладов на научных конференциях за 2015г.

1. Litvin Yu.A., Spivak A.V., Simonova D.A., Dubrovinsky L.S. (2015). On origin and evolution of diamond-forming lower-mantle systems: physico-chemical studies in experiments at 24 and 26 GPa. In Joint AIRAPT-25 & EHPRG-53 International Conference on High Pressure Science and Technology, Madrid, Spain, 2015. Стендовый доклад.
2. Спивак А.В., Литвин Ю.А., Симонова Д.А., Дубровинский Л.С. (2015). Экспериментальное изучение образования и эволюции нижнемантийных алмазообразующих систем при 24 – 26 ГПа. В кн. «XVII Российское совещание по экспериментальной минералогии (тезисы докладов)». Новосибирск, 2015. Устный доклад.

3. Симонова Д.А., Литвин Ю.А., Дубровинский Л.С. (2015). Условия образования нижнемантийных алмазов и парагенных минералов по экспериментальным данным. В кн.: Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ЕСЭМППГ-2015). Тезисы докладов, Москва, ГЕОХИ-ИЭМ РАН, 2015, с. 116. Устный доклад
4. Спивак А.В., Литвин Ю.А., Симонова Д.А., Дубровинский Л.С. Образование и эволюция нижнемантийных алмазообразующих систем: экспериментальное изучение при 24 и 26 ГПа. В кн.: Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ЕСЭМППГ-2015). Тезисы докладов, Москва, ГЕОХИ-ИЭМ РАН, 2015, с. 122. Устный доклад.
5. Litvin Yu.A., Bovkun A.V., Kuzyura A.V., Spivak A.V., Limanov E.V., Garanin V.K. On genesis of diamondiferous rocks. Goldschmidt Conference Abstracts. Mineralogical Magazine, 2015. Устный доклад.
6. Litvin Yu.A., Spivak A.V., Dubrovinsky L.S. Origin of lower-mantle diamonds and associated minerals. In High Pressure Science and Technology. 54th EHPRG-54 Meeting, Bayreuth, Germany. Abstracts, 2016, p. 291. Устный доклад.