

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.Н. ЗАВАРИЦКОГО**

РОССИЙСКОЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Всероссийская конференция с международным участием



**Месторождения камнесамоцветного и нерудного сырья
различных геодинамических обстановок**

(XVI Чтения академика А.Н. Заварицкого)

ЕКАТЕРИНБУРГ, 2015

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.Н. ЗАВАРИЦКОГО**

РОССИЙСКОЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Всероссийская конференция с международным участием

**Месторождения камнесамоцветного и нерудного
сырья различных геодинамических обстановок
(XVI Чтения академика А.Н. Заварицкого)**

26-28 октября 2015 г.

**Конференция проводится при финансовой поддержке РФФИ
грант № 15-05-20873-Г**

**ЕКАТЕРИНБУРГ
2015**

УДК 549+553

Месторождения камнесамоцветного и нерудного сырья различных геодинамических обстановок (XVI Чтения памяти академика А.Н. Заварицкого). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2015. 219 с.

ISBN 978-5-91128-098-7

Всероссийская научная конференция с международным участием «Месторождения камнесамоцветного и нерудного сырья различных геодинамических обстановок» продолжает традицию научных Чтений памяти академика А.Н.Заварицкого. Данная конференция является уже 16-й по счету. Организаторами конференции являются Институт геологии и геохимии УрО РАН, Российское минералогическое общество, Уральская секция научного совета по проблемам металлогении и рудообразования, а также Уральский петрографический совет.

А.Н. Заварицкий принадлежит к числу тех русских ученых, которые создали фундамент отечественной геологии. Сфера его интересов охватывала различные области геологии, тектоники, вулканизма, минералогии, петрографии, петрологии и рудообразования, в том числе и значительный круг вопросов, связанных с изучением метеоритов.

В сборнике собраны тезисы, посвященные теоретическим и прикладным вопросам по ряду направлений: минералогия и генезис месторождений драгоценных, ювелирных и поделочных камней; генезис месторождений кварца; вопросы формирования и поиска месторождений нерудного сырья (огнеупоры, химическое сырье, агрохимическое сырье, графит и др.).

Редакционная коллегия: Вотяков С.Л. Кисин А.Ю. (председатели); Мурзин В.В., Огородников В.Н. (заместители председателя); Алексеев А.В., Томилина А.В. (ученые секретари); Сорока Е.И., Притчин М.Е. (организационная группа).

Издание подготовлено при финансовой поддержке РФФИ грант № 15-05-20873-Г

ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ БЛАГОРОДНОГО КОРУНДА

Нечаев В.П.

Предлагается новая модель образования поясов месторождений благородного корунда. Согласно этой модели, метаморфогенный и магматогенный корунд образуется под влиянием восстановленного флюида, несущего алюминий из переходной мантии, где стагнирует десилицированная при субдукции океаническая плита, тогда как кислород заимствуется из среды кристаллизации.

A new model of gem corundum belts' formation is presented. It suggests that both metamorphic and magmatic corundums are formed under influence of the reduced fluid bearing Al from the transitional mantle, where the desilicified oceanic slab is stagnated, while oxygen is taken from the local crystallization environment.

Все проявления минерализации благородных корундов разделяются на магматогенные, связанные с внутриплитными комплексами изверженных пород, среди которых преобладают базальтоиды, и метаморфогенные, вмещаемые мраморами, гнейсами и слюдяными сланцами, а также пегматитами и другими породами метасоматического ряда [2]. И те и другие нередко являются источниками россыпей – основных объектов промышленного освоения данного вида сырья.

Основными процессами образования крупных кристаллов метаморфогенного корунда считаются либо десиликация алюмосиликатных пород вблизи их контакта с карбонатами или ультрамафитами, либо кристаллизация свободного глинозема из метаморфогенного, богатого углекислотой, галогенами и щелочами флюида в породах с дефицитом кремнезема (мраморах, десилицированных пегматитах и грейзенах). Образование мегакристов корунда при базальтовом магматизме представляет собой проблему. Эти кристаллы неравновесны вмещающей магме, что видно по следам растворения на их поверхности. Поэтому

многие исследователи считают их ксенокристами, заимствованными базальтами из метаморфических комплексов, образованных при субдукции высокоглиноземистых пород или контактом воздействием мантийного плюма. Другие исследователи предполагают, что корунды образуются в глубинных, пересыщенных глиноземом расплавах различной природы и затем захватываются базальтами при их движении к поверхности. Приморские исследователи предполагают кристаллизацию сапфира из магматического флюида и последующем его захвате щелочно-базальтовой магмой [1].

Месторождения и проявления близкого происхождения часто группируются в виде поясов, наиболее известными из которых являются цепочки кайнозойские россыпей магматогенных сапфиров, протягивающиеся вдоль тихоокеанских окраин Азии и Австралии. Известен также пояс метаморфогенных месторождений рубинов и сапфиров в гималайском орогене, формирующемся в результате кайнозойского столкновения Индии и Евразии. Е.П. Мельников и М.А. Викторов [3] выделяют Уральский и Восточно-Африканский пояса, а так-

же множество рубин-сапфиросных провинций и районов. Часть этих объектов находится в составе упомянутых выше поясов, другие же формируют относительно небольшие скопления проявлений благородного корунда [5].

Научные проблемы, которые высвечивает изучение благородных корундов, выходят далеко за пределы вопроса их происхождения. Так, загадка появления избыточного глинозема в мантии, куда уходят корни базальтовых систем, выводит нас на широкий круг проблем, связанных с движением вещества внутри Земли, в частности, на проблемы источника глубинных флюидов и путей их миграции мантии. Другие вопросы вызваны явной приуроченностью данной минерализации к орогенным обстановкам и эпохам, что дает толчок размышлениям об эволюции Земли.

Собственные исследования и обзор литературы привели автора к следующим выводам.

Кайнозойские месторождения и проявления рубинов и сапфиров разного происхождения образуют единые пояса в пост-коллизийных орогенах и зонах оперяющих их глубинных разломов (рис. 1 и 2), располагающихся над остатками субдуцированной литосферы (рис. 3).

Кроме того, на некоторых участках западно-тихоокеанских поясов благородного корунда, например в Юго-Восточной Азии, зафиксированы случаи сонахождения проявлений магматогенной и метаморфогенной минерализации, а на всем протяжении поясов во многих россыпях среди преобладающих магматогенных сапфиров отмечены рубины и сапфиры метаморфогенного происхождения. Определенное родство метаморфогенной и магматогенной

минерализации подтверждается случаями их сонахождения. Например, базальты Пайлин в Камбодже, а также Тумбарумба и Баррингтон в Австралии несут как магматогенный и «метасоматический» сапфир, так и метаморфогенный рубин. Следующий признак родства – корунды обеих групп имеют близкий состав флюидных (CO_2 , Cl и F) и минеральных включений (Fe-Ti окислы, полевые шпаты, слюды, циркон, монацит, графит, апатит и сульфиды).

Все месторождения благородного корунда образованы в эпохи глобального орогенеза (альпийской, каледонско-герцинской, пан-африканской, реже более древними) и располагаются в соответствующих орогенных поясах, под которыми происходит или происходила глубинная переработ-

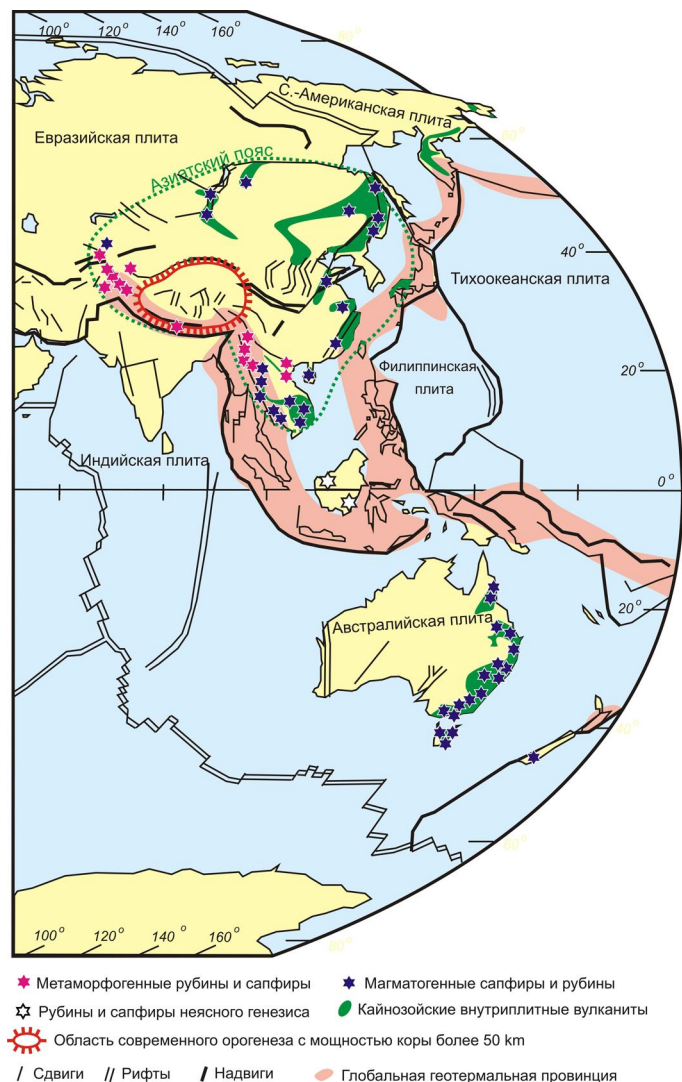


Рис. 1. Кайнозойские пояса благородного корунда.

Высоцкий и др., 2002

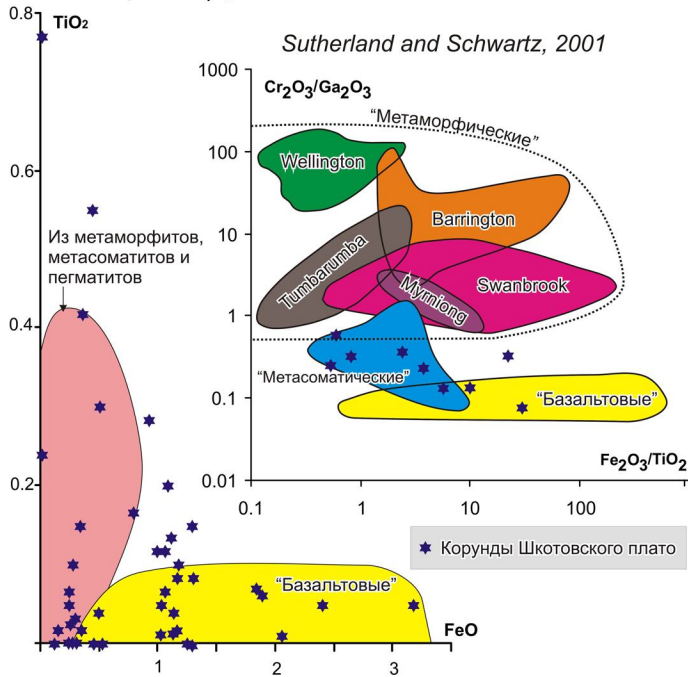


Рис. 2. Геохимическое сравнение корундов разного происхождения [1, 7]. Их определенное родство проявляется в том, что иногда, например на Шкотовском плато в Приморье, сапфиры по примесям близки и магмато- и метаморфогенным. Австралийцы назвали их «метасоматическими».

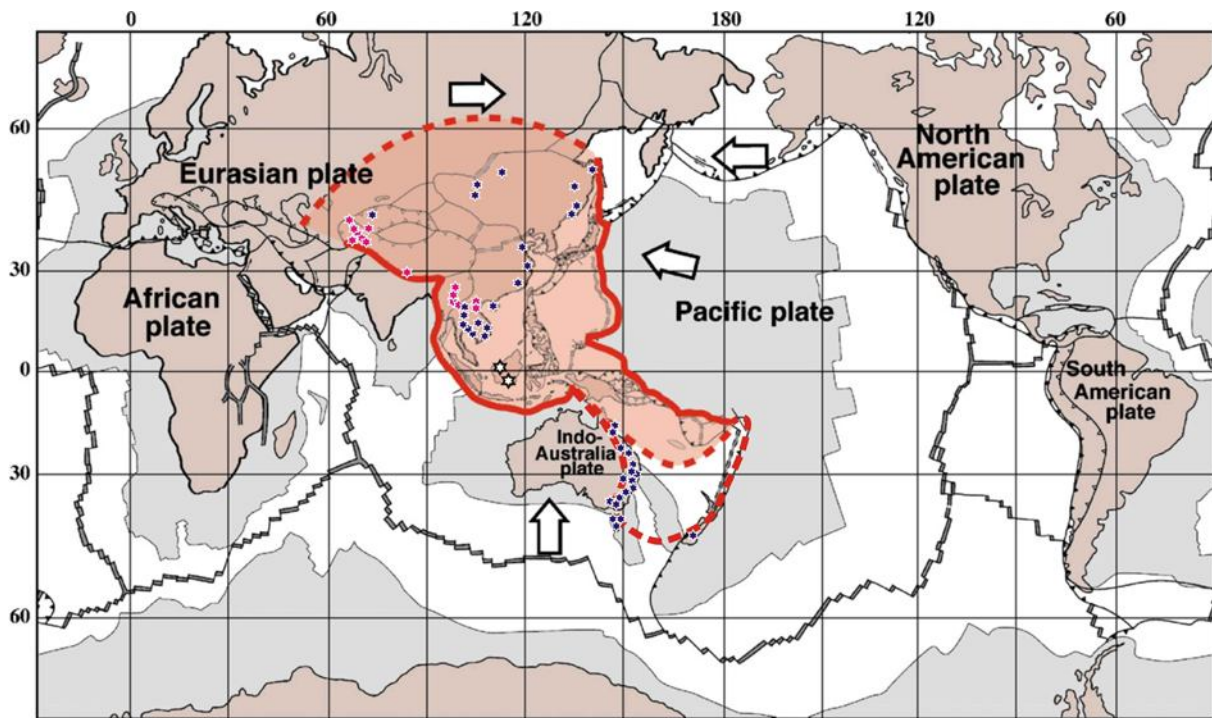


Рис. 3. Кайнозойские проявления благородного корунда на схеме размещения субдуцированной литосферы в Азиатско- и Австралийско-Тихоокеанском регионах (по [9] с добавлениями из [6]).

ка субдуцированной литосферы (рис. 4).

В образовании большей части месторождений и проявлений благородного корунда ключевую роль играет восстановленный флюид, несущий алюминий из зоны дегид-

ратации субдуцированной литосферы в переходной зоне мантии и ниже. В верхней мантии и коре он встречает существенно углекислый и водный флюид, поставляющий кислород из сред, где формируются корундоносные

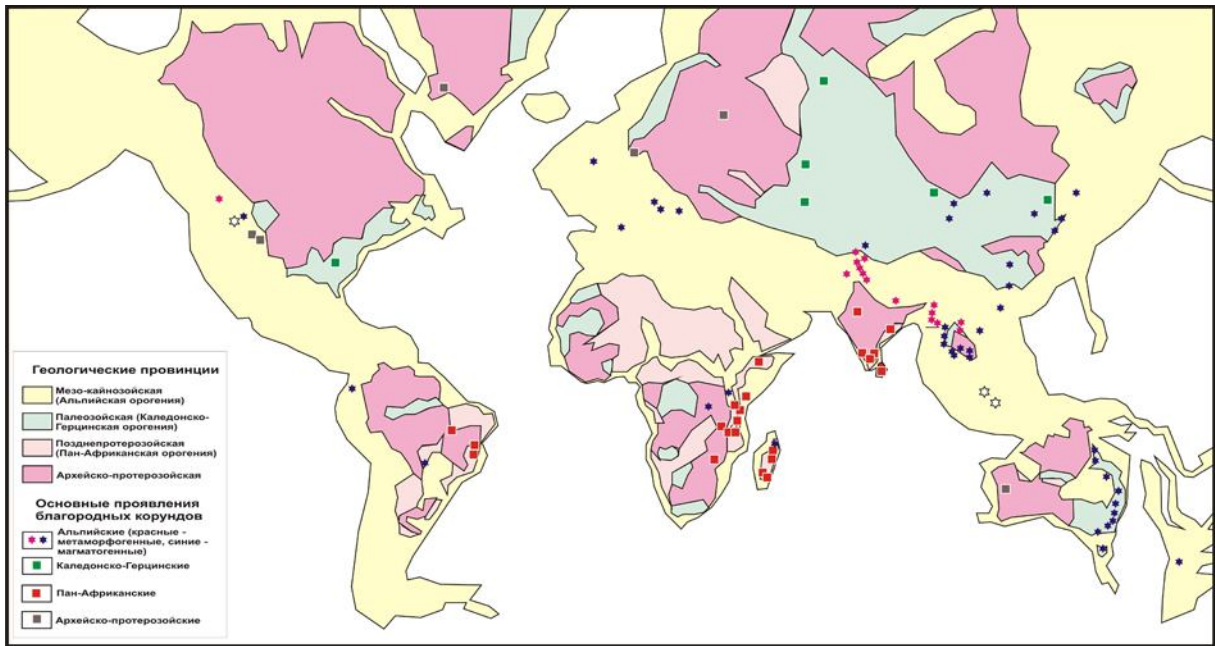


Рис. 4. Месторождения благородных корундов на тектонической схеме мира [5].

породы: метаморфиты зон столкновения литосферных плит и внутриконтинентальные базальтоиды, связанные с оперяющими зоны коллизий разломами (рис. 5 и 6).

При фазовых переходах в зоне переходной мантии породы океанической плиты, десилицированные на ранних стадиях субдукции, высвобождают алюминий и несовместимые элементы (K, Rb, Cs, Sr, Ba,

Zr, Nb, Hf, REE, U, Th, Ta). Эти элементы входят в состав восстановленного флюида и ультращелочных корунд-нормативных расплавов, образующихся в результате высвобождения кристаллической воды, и поднимаются с ними до астеносферы и выше по каналам, выраженным на поверхности зонами разломов и вулканизма. В коллизионных обстановках свободный алюминий,

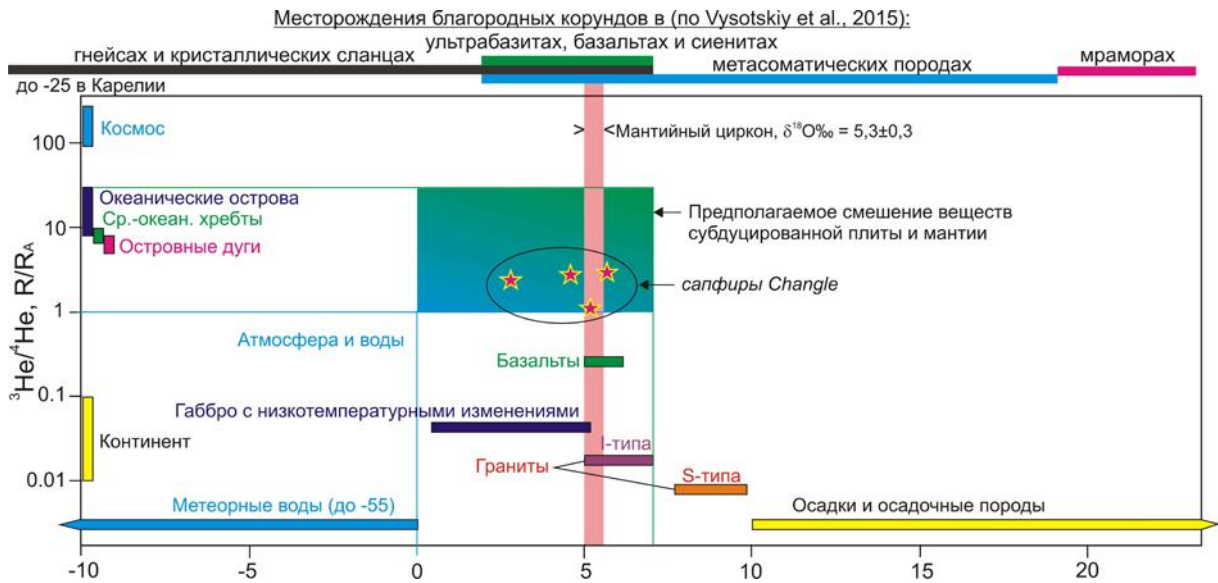


Рис. 5. Изотопные составы гелия и кислорода из корундов [4, 8] указывают на то, что корундоносный расплав имеет, помимо вещества из среды своего образования в верхней мантии и коре, существенную составляющую из субдуцированной плиты.

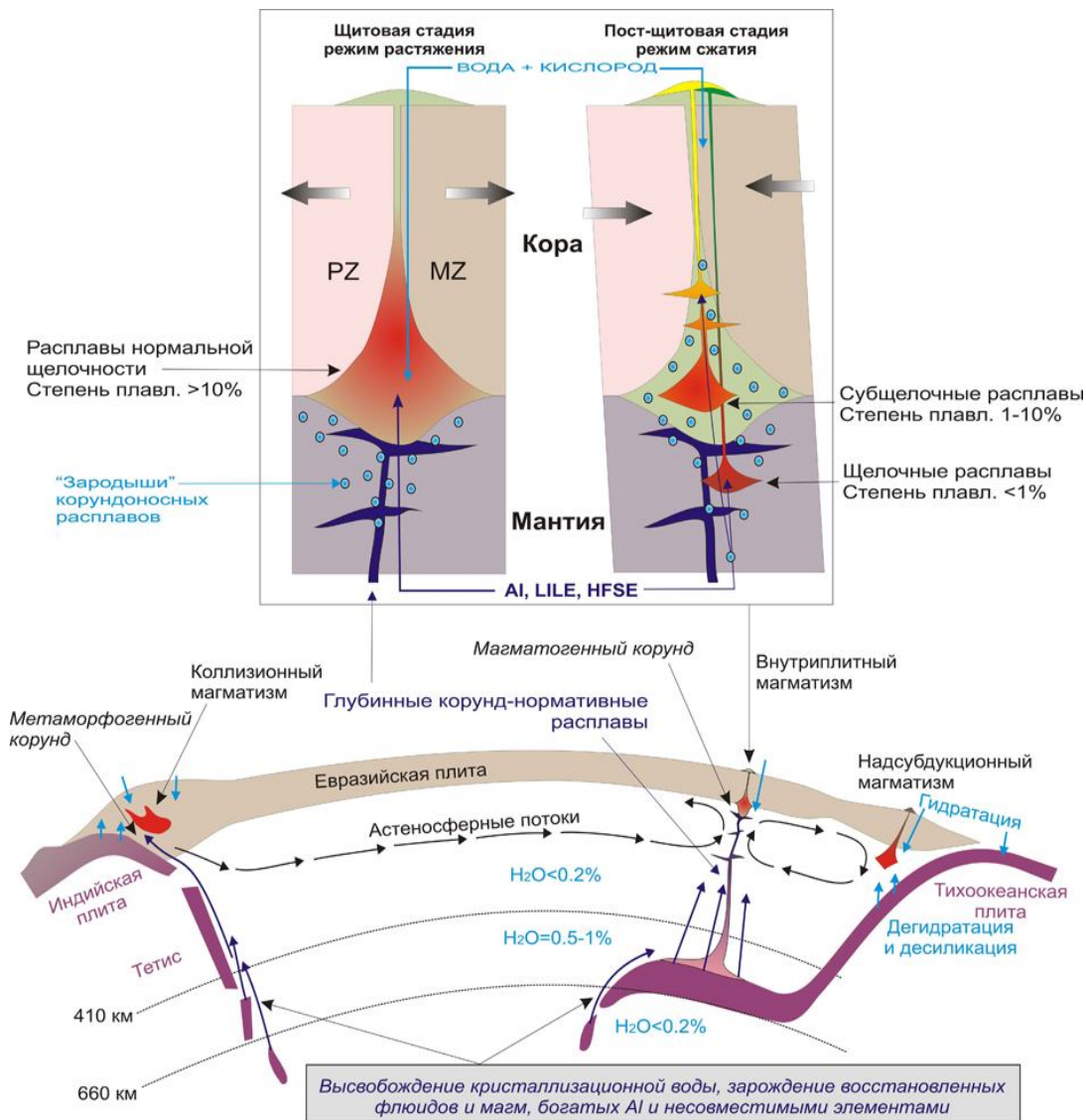


Рис. 6. Модель образования корундоносных расплавов и флюидов.

попадая с флюидом в верхнюю мантию и кору, реагирует с O, Si, и другими элементами, находящимися там в избытке. При этом, в мраморах и других недосыщенных кремнеземом породах в ходе гидротермально-пневматолитового процесса кристаллизуется благородный корунд. Во внутриплитной обстановке кристаллизация свободного глинозема может происходить на глубинах от переходной мантии, где стагнирует десилицированная в ходе субдукции океаническая плита, до астеносферы, где зарождаются базальтовые магмы. В последнем случае, при режиме синдвигового растяжения малообъемные высокоглиноземистые расплавы, поступающие из глубин

мантии, поглощаются без остатка в больших количествах вязкой низкощелочной магмы, формирующей на поверхности щитовые вулканы. При импульсном сжатии формируется пост-щитовой вулканизм. Высокоглиноземистые щелочные и субщелочные расплавы, часто возникающие на месте излившейся щитовой магмы под воздействием глубинного флюида, высаждают корунд и другие мегакристы, которые захватываются и выносятся на поверхность подвижными щелочными и субщелочными магмами. Здесь же восстановленный глубинный флюид, реагируя с местным водно-углекислым флюидом, может кристаллизовать метаморфогенный корунд непосредственно

(без расплава). Так, как он это делает в зонах коллизий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Высоцкий, С. В., Щека С.А., Нечаев В.П. и др.* Первая находка сапфиров в кайнозойских щелочно-базальтовых вулканах Приморья. ДАН, 2002. Т. 387/6. С. 806-810.
2. *Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П.* Геология месторождений драгоценных камней. М.: Недра, 1982. 279 с.
3. *Мельников Е.П., Викторов М.А.* Рубин-сапфирующие провинции и пояса мира. Вестник геммологии, 2002. 3(6) С. 18-26.
4. *Hu W.X., Song Y.C., Chen X.M. et al.* Noble gases in corundum megacrysts from the basalts in Changle, Shandong Province, eastern China. Chinese Science Bulletin, 2007. 52/3. P. 380-387.
5. *Nechaev V.P., Khanchuk A.I., Sutherland F.L.* Geodynamic settings of gem corundum deposits. Metallogeny of the Pacific Northwest: Tectonics, Magmatism and Metallogeny of Active Continental Margins. Proceedings of the INTERIM IAGOD Conference. Vladivostok, Russia: 1-20 September 2004. P. 366-369.
6. *Schellart W.P., Kennett B.L.N., Spakman W. et al.* Plate reconstructions and tomography reveal a fossil lower mantle slab below the Tasman Sea. Earth and Planetary Science Letters, 2009. 278. P. 143-151.
7. *Sutherland F.L., Schwarz D.* Origin of gem corundums from basaltic fields. Austral. Gemmologist, 2001. 21. P. 30-33.
8. *Vysotskiy S.V., Nechaev V.P., Kissin A.Yu. et al.* Oxygen isotopic composition as an indicator of ruby and sapphire origin: A review of Russian occurrences. Ore Geology Reviews, 2015. 68. P. 164-170.
9. *Zhao D., Maruyama S., Omori S.* Mantle dynamics of Western Pacific and East Asia: Insight from seismic tomography and mineral physics. Gondwana Research, 2007. 11. P. 120-131.