

УДК 549.2

**КОРРЕЛЯЦИЯ СОСТАВА И НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
РАЗМЕЩЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВ С СОДЕРЖАНИЕМ В НИХ АЛМАЗА**

© 2009 г. В. С. Шкодзинский

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН**677891, г. Якутск, пр. Ленина, 39**E-mail: shkodzinskiy@diamond.ysn.ru*

Поступила в редакцию 20.03.2008 г.

На основании анализа опубликованных данных установлено существование положительной корреляции алмазоносности со средним содержанием в кимберлитах CO_2 , CaO и величиной MgO/FeO , а также с максимальной хромистостью граната во включениях в алмазе, с количеством брекчий в трубках и с долей октаэдров среди алмазов. Кроме того, установлена отрицательная корреляция с содержанием TiO_2 в кимберлитах, с числом трубок в кимберлитовых полях и с величиной конусности диаграмм. Существование этих зависимостей хорошо согласуется с моделью кристаллизации алмазов при формировании кимберлитовых остаточных расплавов в процессе фракционирования перидотитового слоя глобального магматического океана и на глубинной стадии эволюции кимберлитовых магм.

Ключевые слова: алмаз, кимберлиты, магматический океан, критерии алмазоносности.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка степени возможной алмазоносности кимберлитов по их составу и особенностям размещения до проведения трудоемкого опробования является важной в практическом отношении задачей. Ее решение имеет и большое научное значение, так как позволяет понять многие особенности процессов формирования алмазов. Однако многие исследователи [13, 22] отрицательно относятся к самой возможности ее рассмотрения. Это связано с широким распространением в настоящее время гипотезы ксеногенного происхождения алмаза в кимберлитах и лампроитах. По этой гипотезе, алмаз не формировался в кимберлитовых и лампроитовых магмах, а случайно захватывался ими из мантийных перидотитов и эклогитов при подъеме. Содержание этого минерала в кимберлитах в основном определяется сохранностью его в мантии к моменту внедрения кимберлитовых магм, а не благоприятным для алмазообразования составом и глубиной этих магм.

Тем не менее, ряд исследователей отмечали существование корреляции алмазоносности кимберлитов с некоторыми особенностями их состава. Согласно коэффициенту потенциальной алмазоносности В.А. Милашева [9] для высокопродуктивных кимберлитов характерны низкие содержания титана, щелочей и глинозема. В.А. Благулькина [3] пришла к выводу, что наиболее богатые алмазами кимберлиты содержат повышенные количества магния и хрома. По В.Б. Василенко и др. [6] низкие содержания титана коррелируются с высокой алмазоносностью, но различные популяции кимберлитов имеют разные зависимости содержания алмазов от состава этих пород. Существование этих корреляций, а также имеющиеся данные о независимости состава основ-

ной массы кимберлитов от количества и состава ксенолитов в них [6], противоречат предположениям [9] о сильной ассимиляции кимберлитовыми магмами вмещающих пород и свидетельствуют о возможности использования состава кимберлитов для оценки их потенциальной алмазоносности и реконструкции процессов алмазообразования. Установленные корреляции относительно мало используются при оценке потенциальной алмазоносности кимберлитов в связи с неясностью их природы.

В последние годы опубликовано большое количество новых данных по составу и алмазоносности якутских и архангельских кимберлитов [1, 4, 7 и др.] и кимберлитов главных алмазоносных провинций Мира [2, 5, 12, 13]. Анализ этих данных [15, 18, 19, 23] выявил существование отчетливого влияния состава кимберлитов и лампроитов на кристалломорфологию и физические свойства содержащегося в них алмаза и на состав включений в нем. Это противоречит гипотезе ксеногенного происхождения данного минерала, что и позволило разработать модель кристаллизации алмаза при формировании кимберлитовых остаточных расплавов в результате процессов фракционирования придонного перидотитового слоя глобального магматического океана, который по современным данным [21, 24 и др.] существовал на ранней стадии эволюции Земли и планет земной группы. Такие алмазы в кимберлитовых магмах имеют реститовое происхождение. Часть алмазов кристаллизовалась на глубинной стадии эволюции кимберлитовых магм и имеет раннемагматический генезис. При таком происхождении должна существовать связь между алмазоносностью, составом и особенностями размещения кимберлитов. Ниже рассматривается ряд выявленных корреляций и на их основе обсуждаются некоторые особенности процессов алмазообразования.

КОРРЕЛЯЦИЯ СОСТАВА КИМБЕРЛИТОВ С ИХ АЛМАЗОНОСНОСТЬЮ

Алмаз является высокobarическим минералом, поэтому повышенные его содержания должны быть характерны для наиболее глубоких кимберлитовых магм. Видимо наиболее надежным показателем глубинности этих магм является максимальная хромистость гранатов, содержащихся в виде включений в алмазе. Рост хромистости гранатов с увеличением давления обусловлен расширением поля устойчивости их за счет других минералов, в том числе и за счет хромистых шпинелей. По аналогичной причине с ростом давления увеличивается максимальное содержание в гранатах кремнекислоты и натрия. Содержание алмаза в кимберлитах действительно резко возрастает с увеличением максимального количества Cr_2O_3 в гранатовых включениях в алмазе от в среднем 44 условных единиц (у.е.) при 2–6% Cr_2O_3 до 728 у.е. при 12–16% (рис. 1).

Очевидно, что количество алмаза в кимберлитах определяется содержанием в них свободного угле-

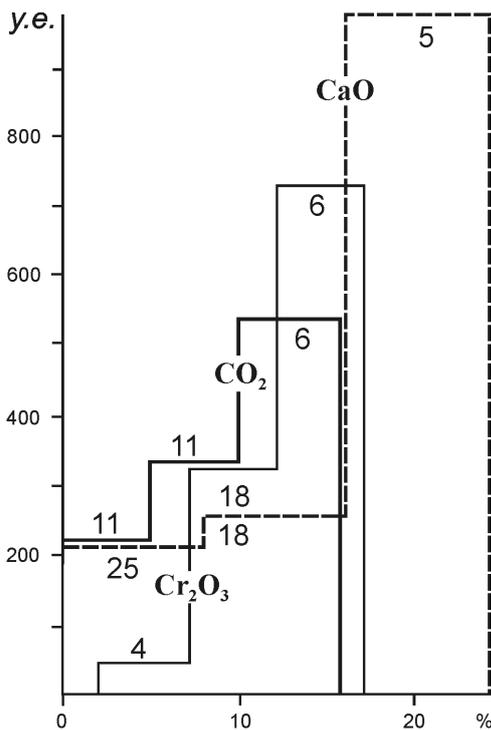


Рис. 1. Соотношение алмазности кимберлитов (у.е. – условные единицы) со средним содержанием в них CO_2 (коэффициент корреляции $r = 0.372$, ошибка этого коэффициента $m_r = 0.16$), CaO ($r = 0.188$, $m_r = 0.14$) и с максимальным количеством Cr_2O_3 во включениях граната в алмазе ($r = 0.392$, $m_r = 0.132$). Здесь и далее числа около линий – количества имеющихся определенных. Используются данные по главным алмазоносным провинциям Мира [1, 2, 5, 7, 12, 13, 23].

рода. Количество последнего при прочих равных условиях возрастает с увеличением в кимберлитах содержания различных его соединений, в первую очередь углекислоты. Поэтому должна существовать прямая зависимость между количествами этого компонента и алмаза в кимберлитах. Действительно, содержание алмаза в этих породах сильно возрастает от в среднем 227 у.е. при 0–5% CO_2 до 538 у.е. при 10–16% (рис. 1). Положительную корреляцию алмазности кимберлитов с содержанием в них углекислоты отмечал В.И. Ваганов [5].

Существование этой зависимости не означает, что повышенные содержания алмазов должны быть типичны и для карбонатитов, так как подавляющее большинство магм этих пород видимо формировалось за счет ликвидации силикатно-карбонатных расплавов при давлении меньшем, чем в поле стабильности алмаза. Карбонатные минералы хорошо растворимы во флюиде и при процессах аутометасоматоза способны перетлагаться в кимберлитовых трубках. Поэтому в пределах трубок может возникать вторичная отрицательная корреляция алмазности с содержанием углекислоты.

Прямая зависимость алмазности от первичного количества углекислоты должна приводить к существованию корреляции содержания алмазов с количеством брекчий в кимберлитовых трубках и с величиной конусности последних. Это связано с тем, что приводящие к формированию брекчий и диатрем взрывы кимберлитовых магм на малоглубинных стадиях подъема обусловлены консервацией при декомпрессионном затвердевании высокого внутреннего давления газовой фазы, выделяющейся из расплава после его вскипания [14, 15]. Поэтому с увеличением содержания углекислоты в кимберлитовых магмах в среднем должна возрастать не только их алмазность, но и степень эксплозивной дезинтеграции при подъеме. Действительно, алмазность трубок с содержанием брекчий 0–33.3% составляет в среднем 154 у.е., а с содержанием брекчий 66.6–100% – 450 у.е. (рис. 2а), то есть положительно коррелируется со степенью эксплозивной дезинтегрированности кимберлитов.

С увеличением содержания углекислоты возрастает глубина вскипания и эксплозивной дезинтеграции кимберлитовых магм. А с увеличением глубинности взрывов формируются все более протяженные “морковковидные” диатремы мало расширяющиеся в малоглубинной части [15]. Поэтому величина конусности кимберлитовых трубок, то есть степени расширения с уменьшением глубины, должна отрицательно коррелироваться с их алмазностью. Это подтверждает рис. 2б, на котором величина конусности выражена через отношение падения ширины трубок с глубиной. На нем алмазность кимберлитов уменьшается от в среднем 384 у.е. при конусности 0–0.5 до 101 у.е. – при конусности 1.5–2.0. К выводу о повышенной алма-

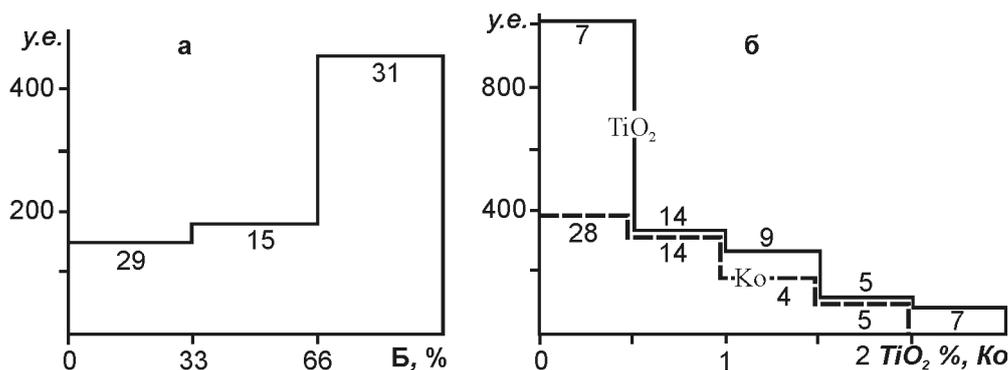


Рис. 2. Соотношение алмазности кимберлитов (у.е.) с содержанием брекчий Б (%) в трубках ($r = 0.191$, $m_r = 0.11$) (а), с величиной конусности диатрем Ко и со средним содержанием в них TiO_2 ($r = -0.308$, $m_r = 0.13$) (б).

зонаности протяженных кимберлитовых диатрем пришел В.И. Ваганов [5].

В свете современных данных о горячем образовании Земли и существовании и фракционировании на ней глобального океана магмы, кимберлитовые по составу остаточные расплавы начали формироваться в протерозое [15, 17] и образуются до сих пор в результате фракционирования наиболее глубинного первоначально перидотитового нижнего слоя этого океана при высоком давлении, при котором силикатные и карбонатитовые расплавы являются полностью смесимыми. На конечной стадии такого фракционирования возникают карбонатитовые расплавы, а на предсолидусной стадии – кимберлитовые. При таком фракционировании, наряду с благоприятным для алмазообразования накоплением углекислоты в остаточных расплавах, возрастает содержание СаО и уменьшается количество FeO и TiO_2 при почти постоянном содержании MgO. Поэтому алмазность кимберлитов должна в среднем увеличиваться с ростом содержания в них СаО и величины MgO/FeO и уменьшаться с возрастанием количества TiO_2 . Действительно, алмазность кимберлитов резко увеличивается от в среднем 213 у.е. при содержании СаО 0–8% до 970 у.е. при содержании 16–24% (рис. 1). Она возрастает также от 70 у.е. при величине MgO/FeO , равной 1.5–2.65, до 867 у.е. при величине этого отношения 3.8–4.95 (рис. 3). Существование последней тенденции отмечали А.А. Фролов и др. [12]. Среднее содержание алмазов резко уменьшается с ростом титанистости кимберлитов от 1004 у.е. при 0–0.5% TiO_2 до 93 у.е. при 2–2.5% (рис. 2 б), что подтверждает результаты, полученные В.А. Милашевым [9] и В.Б. Василенко и др. [6].

При рассматриваемой модели формирования кимберлитовых магм и алмаза связь алмазности с содержаниями СаО, TiO_2 и величиной MgO/FeO в кимберлитах является парагенетической, а не генетической. Она обусловлена увеличением количества СаО и уменьшением количеств FeO и

TiO_2 в остаточном расплаве при высокобарической карбонатитовой тенденции дифференциации, характерной для магм с молекулярным отношением $CO_2/H_2O + CO_2$ более 0.6 [20]. Непосредственной причиной роста алмазности является увеличение количества CO_2 и С в остаточных расплавах при такой дифференциации. К сожалению, содержание углекислоты в кимберлитах в последнее время обычно не определяется в связи с ошибочным постулатом о ее второстепенной роли в петрологии кимберлитов.

Вычисленные коэффициенты корреляции между содержаниями рассмотренных химических компонентов и алмаза в кимберлитах и лампроитах варьируют от 0.188 до 0.464 (рис. 1–3), то есть сравнительно малы. Это является вполне естественным, так как на алмазность данных пород влияет большое количество различных факторов. Тем не менее, установление даже слабо проявленных корреляций имеет большое значение, поскольку позволяет понять сущность глубинных процессов и происхождение кимберлитов и алмаза.

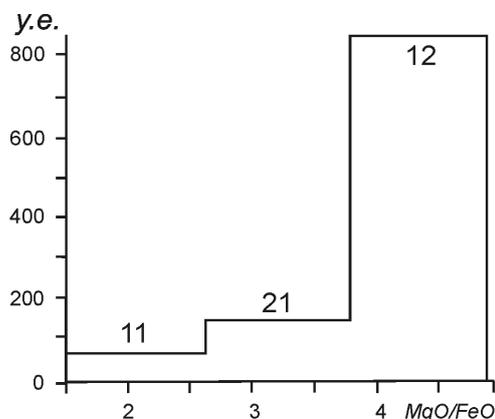


Рис. 3. Соотношение алмазности кимберлитов (у.е.) с величиной в них MgO/FeO ($r = 0.464$, $m_r = 0.12$).

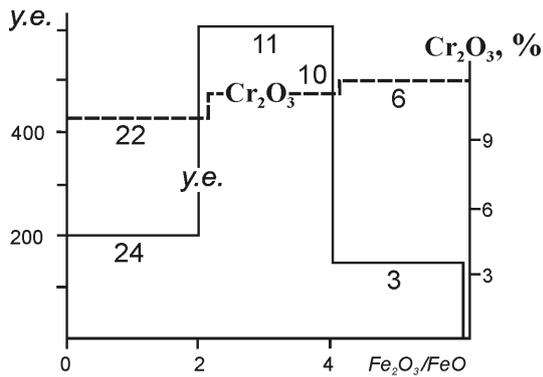


Рис. 4. Соотношение величины Fe_2O_3/FeO с алмазноностью кимберлитов (у.е.) и с максимальным содержанием Cr_2O_3 во включениях граната в алмазе.

На первый взгляд степень окисленности железа в кимберлитах должна иметь обратную связь с алмазноностью, поскольку с возрастанием окисленности в расплавах должно уменьшаться отношение восстановленных форм углерода к окисленным. Однако в действительности такой связи не наблюдается (рис. 4). Это может быть связано с тем, что степень окисленности железа не является независимым фактором и при кристаллизации наиболее глубоких частей перидотитового слоя является повышенной в остаточных расплавах за счет вытеснения в них трехвалентного железа из магнетита и хромшпинелидов при замещении их гранатом, обычно содержащим небольшое количество этого химического компонента. При этом отрицательное влияние на алмазноность повышенного окислительного потенциала с избытком компенсируется положительным влиянием высокого давления. Это показано на рис. 4, на котором повышение окисленности железа в кимберлитах прямо коррелируется с ростом максимальной хромистости граната во включениях в алмазе, что свидетельствует чаще всего о высоком давлении при зарождении высокоокисленных кимберлитовых магм.

Благоприятное для повышения алмазноности кимберлитов увеличение содержания углекислоты в магмах по мере фракционирования перидотитового слоя магматического океана с формированием существенно карбонатитовых остаточных расплавов должно приводить к резкому снижению вязкости последних. Поэтому алмазноность кимберлитов должна в среднем возрастать с уменьшением вязкости родоначальных расплавов этих пород. Совокупное влияние состава на вязкость расплавов отражает структурный параметр $K = 200 (O - 2H) H^{-1}$, в котором O – число грамм-ионов кислорода $\times 10^3$, H – число грамм-ионов сеткообразователей $\times 10^3$ [10]. Вязкость расплавов уменьшается с возрастанием величины этого параметра. На рис. 5а показано соотношение алмазноности с величиной струк-

турного фактора, рассчитанного для продуктивных российских и зарубежных трубок [23]. Содержание алмазов в кимберлитах действительно возрастает от 252 до 485 у.е. с увеличением структурного параметра их исходных расплавов от 100–200 до 300–400, то есть с уменьшением вязкости последних.

Ранее было показано [18, 23], что понижение вязкости остаточных расплавов при приближении их по составу к карбонатитовым сопровождается возрастанием доли октаэдров среди кристаллизующихся алмазов. При прочих равных условиях увеличивается также содержание в них углекислоты и, следовательно, алмазов. Поэтому алмазноность должна положительно коррелировать с долей октаэдров среди алмазов. Это согласуется с тем, что содержание алмазов, как показано на рис. 5б, в среднем растет от 192 у.е. при доле октаэдров 25–50% до 1500 у.е. при их доле 75–100%. Однако при доле октаэдров 0–25 % содержание алмазов также является несколько повышенным – 362 у.е. Последнее явление видимо связано с тем, что в некоторых частях перидотитового слоя магматического океана вследствие пониженного первичного отношения CO_2/H_2O фракционирование не сопровождалось формированием маловязких карбонатитовых остаточных расплавов, поэтому в них кристаллизовалось пониженное количество октаэдров при повышенной алмазноности, определяемой большей глубиной.

СВЯЗЬ АЛМАЗОНОСТИ КИМБЕРЛИТОВ С НЕКОТОРЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Важной особенностью кимберлитового магматизма является резкое возрастание его интенсивности во времени (рис. 6). Такая же тенденция наблюдается и для карбонатитового магматизма, при этом с течением времени в карбонатитах резко увели-

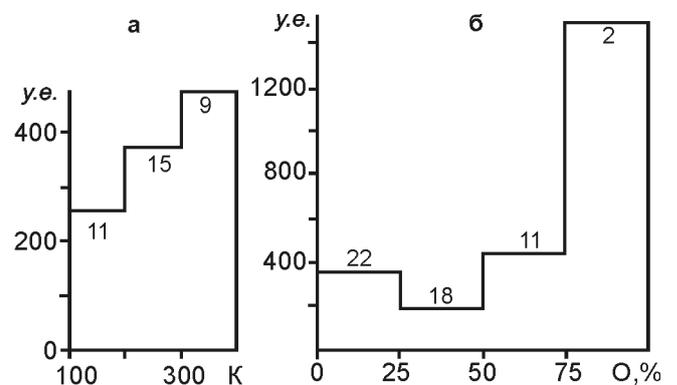


Рис. 5. Соотношение алмазноности кимберлитов (у.е.) с величиной структурного фактора их исходных расплавов K ($r = 0.317$, $mg = 0.11$) (а) и с содержанием октаэдров O среди алмазов (б).

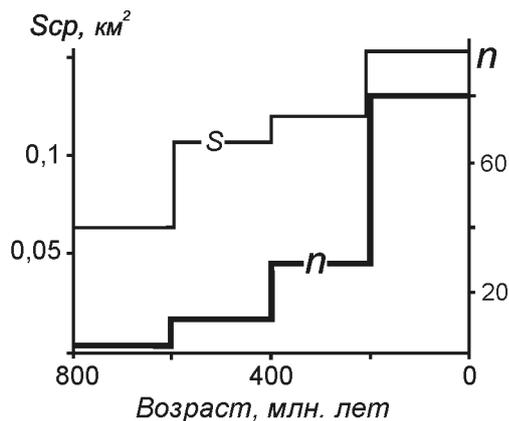


Рис. 6. Соотношение количества (n) и средней площади (Scp) кимберлитовых трубок с их возрастом.

чивается содержание редких земель и других элементов, накапливающихся в низкотемпературных остаточных расплавах. Все это свидетельствует о продолжающихся до сих пор и ускоряющихся процессах образования все более низкотемпературных кимберлитовых и карбонатитовых остаточных расплавов в результате фракционирования наиболее глубинных остатков магматического океана [17]. В наиболее низкотемпературных участках континентальной литосферы такое фракционирование происходит только в самых глубинных ее частях, поскольку менее глубинные части уже полностью затвердели. Тектонические деформации континентальной литосферы под влиянием подъема мантийных плюмов приводят к выжиманию этих самых глубинных остаточных расплавов по зонам растяжения с формированием небольшого количества высоко алмазоносных кимберлитов. В менее остывших участках фракционирование остатков магматического океана происходит и в менее глубинных частях литосферы с образованием большого количества преимущественно слабо алмазоносных и непродуктивных кимберлитов и кимберлитоподобных пород. Поэтому алмазоносность кимберлитов должна находиться в обратной зависимости от общего количества кимберлитовых тел в полях. На рис. 7, показано, что при количестве кимберлитовых тел в полях менее 10 все из них могут быть алмазоносными, а при 40 телах в среднем лишь 10% из них содержат алмазы, при 80 телах только примерно 4% из них алмазоносны. Ярким примером высоко алмазоносных полей с небольшим количеством кимберлитовых тел является Накынское в Западной Якутии, в котором все 3 выявленные в настоящее время кимберлитовые трубки являются высоко алмазоносными.

Алмазоносные кимберлитовые магмы являются наиболее глубинными, поэтому они должны быть связаны с самыми глубинными линейными элементами континентальной литосферы, трассируемыми пояса-

ми тектонических нарушений, основных даек и грави-магнитных аномалий. Анализ опубликованных данных [12] показал, что из 308 установленных тектонических нарушений, контролирующих размещение алмазоносных кимберлитов на различных континентах, 119 являются субмеридиональными, 87 имеют северо-западное простирание, 85 – северо-восточное и лишь 17 – субширотное. Алмазоносность кимберлитов, контролируемых северо-восточными нарушениями, составляет в среднем 306 у.е., меридиональными – 268 у.е., северо-западными – 236 у.е. и субширотными – 124 у.е.

Преимущественная связь кимберлитов с субмеридиональными тектоническими нарушениями и их повышенная алмазоносность вполне закономерны и хорошо объясняются существованием медленного западного дрейфа земной литосферы. Геологические признаки такого дрейфа описываются в литературе с прошлого столетия [8]. На основании анализа трендов движения “горячих точек” скорость этого дрейфа оценена в 0.11° за миллион лет [25]. Существование этого дрейфа, видимо, в основном обусловлено влиянием силы Кориолиса на мантийную конвекцию. Как известно, подъем горячих мантийных плюмов является главной движущей силой тектонических процессов на Земле. Линейная скорость вращения поверхности Земли с запада на восток в районе экватора составляет 463.5 м/сек, а в центре нашей планеты она равна нулю. Очевидно, что всплывающее вещество под влиянием инерции покоя будет стремиться сохранить свою небольшую линейную скорость вращения и поэтому должно отклоняться к западу. По этой причине большинство океанических плит движется на запад, островодужные зоны субдукции в настоящее время размещаются только в западной части Тихого океана, а срединно-океанический хребет – в восточной [16].

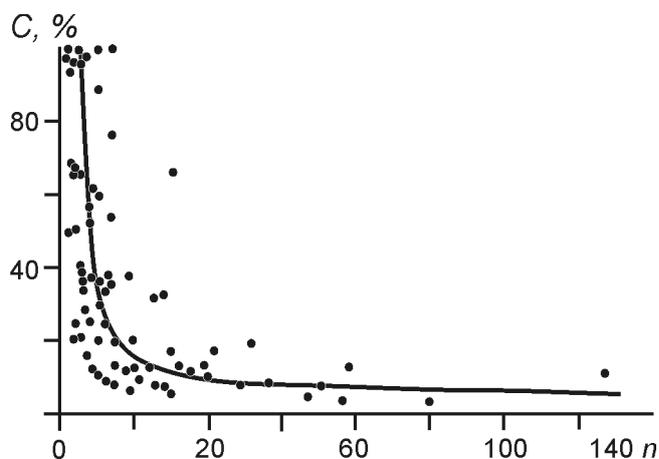


Рис. 7. Зависимость содержания алмазоносных кимберлитовых трубок C от общего их числа в полях n ($r = -0.501$, $mr = 0.088$).

Вследствие западного дрейфа континентальные литосферные плиты скользят по астеносфере. Сцепление выступов в подошве этих плит с астеносферой приводит к возникновению в нижних частях континентальной литосферы перпендикулярных к направлению движения зон растяжения, особенно в передовой части литосферных корней. Такие зоны растут снизу вверх и поэтому являются наиболее удобными путями для выжимания самых глубоких и алмазоносных кимберлитовых остаточных расплавов и продуктов их частичной кристаллизации. Это является причиной преимущественной связи кимберлитов с субмеридиональными тектоническими нарушениями и их наиболее высокой алмазоносности в зонах этих нарушений. Образование тектонических разломов субширотной ориентировки должно быть менее обусловлено зонами растяжения в корнях литосферы. Эти разломы являются в среднем менее глубинными, что обуславливает меньшую связь с ними кимберлитов и пониженную алмазоносность последних в случае размещения их в этих нарушениях. Рассмотренные закономерности размещения кимберлитов являются среднестатистическими, в небольших по площади регионах они могут не соблюдаться. Например, в северо-западном алмазоносном районе Африки большинство алмазоносных даек контролируется субширотными тектоническими нарушениями [11], что отражает специфику тектонического развития этого региона.

Широко известной особенностью размещения алмазоносных кимберлитов является приуроченность их к наиболее древним участкам континентальной литосферы, имеющим возраст кристаллической коры более 1.5 млрд. лет (правило Клиффорда). С позиций современных данных о горячем образовании Земли, кислая кристаллическая кора континентов и нижние части континентальной литосферы, содержащие кимберлитовые по составу остаточные расплавы, образовались путем кристаллизации соответственно верхних и нижних частей расслоенного по составу глобального магматического океана [14, 15, 17]. Поэтому там, где были раздвинуты или переработаны поздними процессами верхние части литосферы, чаще всего не сохранились и ее нижние кимберлитсодержащие части. Отсутствие в океанах кимберлитсодержащих нижних частей континентальной литосферы объясняет нетипичность для них кимберлитового магматизма, несмотря на массовое развитие здесь мафических магматических пород.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о существовании положительной корреляции алмазоносности с содержанием в кимберлитах CO_2 , CaO , с величиной MgO/FeO , с максимальной хромистостью граната во включе-

ниях, с количеством брекчий в трубках и с долей октаэдров среди алмазов. Наиболее алмазоносными являются кимберлитовые трубки, связанные с тектоническими нарушениями северо-восточного и меридионального простирания. Отрицательная корреляция алмазоносности существует с содержанием TiO_2 в кимберлитах и с величиной конусности диатрем. Существование этих зависимостей хорошо согласуется с моделью кристаллизации алмазов при формировании кимберлитовых остаточных расплавов в процессе фракционирования перидотитового слоя глобального магматического океана и на глубинной стадии эволюции кимберлитовых магм. Выявленные корреляции могут быть использованы при оценке потенциальной алмазоносности кимберлитовых трубок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аргунов К.П.* Алмазы Якутии. Новосибирск: СО РАН, 2005. 402 с.
2. *Аргунов К.П.* Результаты изучения алмазоносности территории главных алмазодобывающих стран мира. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2006. 176 с.
3. *Благулькина В.А.* Петрохимические типы кимберлитов Сибири // Советская геология. 1969. № 9. С. 82–91.
4. *Богатилов О.А., Кононова В.А., Голубев Ю.Ю.* Петрохимические и изотопные вариации состава кимберлитов Якутии и их причины // Геохимия. 2004. № 9. С. 915–939.
5. *Вазанов В.И.* Алмазные месторождения России и Мира. М.: Геоинформмарк, 2000. 371 с.
6. *Василенко В.Б., Зинчук Н.Н., Кузнецова Л.Г.* Петрохимические модели алмазных месторождений Якутии. Новосибирск: Наука, 1997. 574 с.
7. *Зинчук Н.Е., Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М: Недра, 2003. 603 с.
8. *Ломизе М.Г., Захаров В.С.* Глобальная асимметрия в размещении островных дуг и распад Пангеи // Геотектоника. 1999. № 2. С. 3–16.
9. *Милашев В.А.* Петрохимия кимберлитов Якутии и факторы их алмазоносности. Л.: Недра, 1965. 176 с.
10. *Персигов Э.С.* Вязкость магматических расплавов. М: Наука, 1984. 160 с.
11. *Подчасов В.М., Евсеев И.Я., Богатых И.Я.* и др. Россыпи алмазов Мира. М.: ООО "Геоинформак", 2005. 747 с.
12. *Фролов А.А., Лапин А.В., Толстов А.В.* и др. Карбонаты и кимберлиты (взаимоотношения, минерагения, прогноз). М: НИИ-Природа, 2005. 540 с.
13. *Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Коренные месторождения кимберлитов Мира. М: Недра, 1998. 555 с.
14. *Шкодзинский В.С.* Происхождение кимберлитов и алмаза. Якутск: ЯНЦ, 1995. 168 с.
15. *Шкодзинский В.С.* Проблемы глобальной петрологии. Якутск: Сахаполиграфиздат, 2003. 240 с.
16. *Шкодзинский В.С.* Роль ротационных сил в эндогенных геологических процессах // Геодинамика фор-

- мирования подвижных поясов Земли. Екатеринбург. 2007. С. 375–377.
17. Шкодзинский В.С. Эволюция карбонатитового и кимберлитового магматизма в истории Земли // Отечественная геология. 2007. № 5. С. 91–94.
 18. Шкодзинский В.С., Алтухова З.А. Влияние химического состава кимберлитов и лампроитов на кристалломорфологию алмаза // Отечественная геология. 2006. № 5. С. 53–57.
 19. Шкодзинский В.С., Зайцев А.И. Генезис алмаза в кимберлитах и лампроитах // Литосфера. 2006. № 1. С. 102–112.
 20. Boettcher A.L., Mysen B.O., Modreski P.J. Melting in the mantle: phase relationship in natural and synthetic peridotite–H₂O and peridotite–H₂O–CO₂–C–H–O–S with application to kimberlite // Phys. Chem. Earth. 1975. V. 9. P. 857–867.
 21. Hofmeister A.M. Effect of hadean terrestrial magma ocean on crust and mantle evolution // J. Geophys. Res. 1983. V. B88. № 6. P. 4963–4983.
 22. Mitchell R.H. Kimberlites: mineralogy, geochemistry and petrology. New York: Plenum Press, 1986. 442 p.
 23. Shkodzinskiy V.S., Zaitsev A.I. Constrains on diamond genesis from the study of dependence of diamond properties on the composition of kimberlites and lamproites // Russian Journal of Pacific Geology. 2007. V. 1. № 4. P. 390–399.
 23. Snyder G.A., Borg L.E., Nyquist L.E., Taylor L.A. Chronology and isotopic constrains on Lunar evolution // The origin of the Earth and Moon. Univ. of Ariz. Press, 2000. P. 17–32.
 24. Uyeda S., Kanamori H. Back-arc opening and the model of subduction // J. Geophys. Res. 1979. V. 84. № B3. P. 1049–1061.

Рецензент И.А. Малахов

The correlation of diamond content with composition and some placing peculiarities of kimberlites

V.S. Shkodzinskiy

*Diamond and Precious Metal Geology Institute,
Siberian Branch of RAS*

The published data analysis showed the positive correlation of diamond content with keeping of CO₂, CaO and value of MgO/FeO in kimberlites, maximum percentage of Cr₂O₃ in garnet inclusions in the diamonds and with content of breccias in pipes. There is a negative correlation of diamond content with percentage of TiO₂ in kimberlites, number of pipes in kimberlite fields and with degree of pipe extension. These results corroborate the idea of diamond crystallization during kimberlite residual melts formation in processes of peridotite layer fractionation of magma ocean and during deep evolution of kimberlite magmas.

Key words: *diamond, kimberlites, magma ocean, criterions of diamond content.*