

УДК 553.81

## МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИМБЕРЛИТОВ И ИХ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Н. Зинчук

*Западно-Якутский научный центр АН Республики Саха (Якутия)  
678170 Россия, г. Мирный, ул. Ленина, 4/1  
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru*

Приведено краткую обобщённую минералого-геохимическую характеристику алмазонасных кимберлитовых трубок Сибирской, Восточно-Европейской и Африканской платформ. В кимберлитовых алмазонасных диатремах древних платформ мира обычно выделяют (снизу вверх): а) корневую часть – подводный канал в виде дайкового тела; б) вулканический (вертикальный) канал; в) раструб (воронкообразное расширение), венчающийся в неэродированных аппаратах кольцевым валом. Каждая из этих частей сложена породами, имеющими определённые вещественные и текстурно-структурные особенности. Существующие закономерности в смене пород создают своеобразную вертикальную зональность коренных месторождений алмазов. Кимберлитовые трубки на Восточно-Европейской платформе имеют много специфических свойств, которые отличают их от классических кимберлитов Сибирской и Африканской платформ. Среди отличий – обогащённость основной массы сапонитом, что связано с обогащённостью кварцем как вмещающих трубки пород, так и самих кимберлитов. Минералого-геохимический состав африканских кимберлитов может быть эталоном, поскольку название породы происходит от г. Кимберли в ЮАР.

*Ключевые слова:* кимберлиты, минералогия, геохимия, строение кимберлитовой диатремы, Сибирская платформа, Восточно-Европейская платформа, Африканская платформа.

Кимберлитовые трубки всех провинций мира разнообразны по размеру, морфологии, глубине заложения очагов, внутреннему строению, особенностям заполняющих пород, содержанию и составу глубинных (первичных) минералов, а также основной массы кимберлитов, степени и характеру переработки их постмагматическими растворами и в гипергенных условиях, содержанию, морфологии и физическим свойствам алмазов и другим признакам [1, 2, 3, 5, 6, 9, 12, 14–21]. Некоторые перечисленные особенности кимберлитов обусловлены проявлением эндогенных факторов, а часть – экзогенных. От глубины формирования магматических очагов, состава глубинных включений и обломков вмещающих трубки пород зависит содержание инертных компонентов ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , частично  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ ), индикаторных минералов (в том числе алмазов), состав и распределение в диатремах глубинных пород и некоторые другие параметры [4, 7–11, 13]. Экзогенные факторы, включающие состав и механические свойства ксенолитов вмещающих пород, наличие и степень минерализации захоронённых вод, определяют масштабы и направленность вторичных изменений кимберлитов, содержа-

ние подвижных оксидов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  и др.), количество и состав коровых ксенолитов, а также в некоторой степени морфологию и размер кимберлитовых диатрем.

Несмотря на то, что каждое кимберлитовое тело – это индивидуальный практически не повторяющийся в природе объект, между ними существует много общего, что позволяет для каждой из платформ создать обобщённую модель алмазоносной трубки. В обобщённой модели алмазоносной трубки *Сибирской платформы* отражены переход вертикального канала диатремы в подводящую дайку, особенности взаимоотношения кимберлитовых тел с траппами, а также характер сопряженности системы тел: главная трубка–сателлит–подводящая и дотрубочная дайки. При построении такой модели учтено тело кимберлитов (раздув кимберлитовой дайки), вскрытое карьером в разрезе кембрийских отложений около трубки Удачная, и пластовое тело (своеобразный “силл”), обнаруженное во вмещающих трубку Интернациональная отложениях [1, 4, 7–11, 13]. Уничтоженная эрозией верхняя часть большинства трубок Мало-Ботуобинского и Средне-Мархинского районов (мощностью около 300 м) реконструирована на обобщающей модели за счёт сведений о слабо эродированных трубках Далдыно-Алаkitского и других северных районов. На разведанную глубину трубок основных алмазоносных районов Сибирской платформы вмещающими породами являются терригенно-карбонатные образования нижнего силура, нижнего ордовика, кембрия, представленные известняками, доломитами, мергелями, алевролитами и их промежуточными разностями. В Мало-Ботуобинском районе в ряде частей разреза развиты пласты и линзы каменной соли, а также прослои и линзы гипса и ангидрита. Большинство кимберлитовых тел в этом и Средне-Мархинском районе перекрыто нижнеюрскими осадочными толщами мощностью до 80 м. В Далдыно-Алаkitском районе над частью кимберлитовых диатрем залегают терригенные образования верхнего палеозоя мощностью до 100 м и более. Они нередко интродуцированы многочисленными пластовыми и секущими телами траппов, которые прорывают также породы нижнего палеозоя и даже перемещают от кимберлитовых трубок блоки отторженцев [1, 3, 12].

В кимберлитовых диатремах Сибирской платформы выделяют (снизу вверх): а) корневую часть – подводящий канал в виде дайкового тела; б) вулканический (вертикальный) канал; в) раструб (воронкообразное расширение), венчающийся в неэродированных аппаратах кольцевым валом. Эти элементы кимберлитовой постройки различны по морфологии, размеру и составу пород. Раструб обычно имеет воронкообразную форму, углы падения его контактов колеблются в широких пределах ( $50$ – $75^\circ$ ) и значительно зависят от физико-механических свойств вмещающих трубки пород. Вертикальная протяжённость раструба варьирует, но обычно не превышает  $300$ – $350$  м. Протяжённость вертикального канала в разных трубках неодинаковая, в среднем составляет несколько сотен метров и лишь в отдельных случаях (трубки Удачная, Мир и др.) достигает  $1\ 500$ – $2\ 000$  м. Корневая часть (подводящий канал) всегда имеет форму даек мощностью от нескольких до нескольких десятков метров. Если трубки у поверхности в горизонтальных сечениях имеют заливообразные пережимы, то на глубине они распадаются на самостоятельные тела с отдельными подводящими каналами. Эти тела обычно соединены между собой узкими дайками или жилами, ярким примером которых может быть кимберлитовая трубка Айхал. Нам представляется [10, 12], что так называемый “ксенолитовый пояс”, закартированный в верхней части трубки Мир, – это шовная зона двух самостоятельных поступлений кимберлитового расплава, а находящаяся рядом с этой диатремной трубка Спутник при выходе на палеоповерхность соединялась с трубкой Мир.

В целом же эти тела (учитывая срез верхних горизонтов трубок до 400 м в период после их внедрения) формировали единую систему, похожую на трубку Удачная.

Каждая из этих частей трубок сложена породами, имеющими определённые вещественные и текстурно-структурные особенности. Существующие закономерности в смене пород создают своеобразную вертикальную зональность коренных месторождений алмазов [3, 10, 14]. Верхние горизонты некоторых хорошо сохранившихся раструбов трубок выполнены слоистой породой, очень напоминающей осадочные отложения и образующей чашеобразные структуры. Ярким примером такого образования является кимберлитовая трубка Юбилейная, в которой максимальная мощность перетолженных пород в центре “чаши” достигает 200 м, а к флангам она существенно уменьшается. На данной диатреме породы “чаши” представляют собой чередование пелитоморфных образований с гравелито- и песчаникоподобными прослоями мощностью от нескольких миллиметров до первых десятков сантиметров. Среди переслаивающихся относительно отсортированных осадков встречаются отдельные линзы мощностью от первых до нескольких сантиметров несортированного материала кимберлитового состава, которые отдельные исследователи называют такситовыми кимберлитами. В основании разреза этой части раструба располагается зона, сложенная крупными (иногда до десятка метров) ксенолитами вмещающих трубку осадочных пород. В отличие от этого, вулканический канал сложен эруптивными кимберлитовыми брекчиями и туффизитами, среди которых выделяются многочисленные структурно-петрографические типы и разновидности с широкими пределами колебания состава и размеров обломков вмещающих и глубинных пород, а также минералов. Породы подводящего канала – это массивные (порфиновые) кимберлиты. Порфировыми вкрапленниками в них являются оливин первой генерации, нередко подвергшийся замещению серпентином и карбонатом, реже флогопит и другие минералы. Основная масса кристаллически зернистая с широкими вариациями содержания целого ряда минералов: оливина, флогопита, монтичеллита, реже перовскита, апатита и некоторых других минеральных выделений.

Плотность кимберлитов зависит от степени их выветрелости и глубины залегания в диатреме, а магнитная восприимчивость – от степени окисления железа, которая в верхних горизонтах всегда выше, чем на глубине. Наименьшую плотность (2,20–2,30 г/см<sup>3</sup>) имеют кимберлиты верхних горизонтов практически всех трубок, и в первую очередь – с развитой корой выветривания и сохранившимися образованиями кратерной фации. С глубиной плотность кимберлитов возрастает: на средних горизонтах она составляет 2,35–2,40 г/см<sup>3</sup>, а на глубине 1,0–1,3 км – уже 2,65–2,68 г/см<sup>3</sup>. Кимберлиты верхних горизонтов диатрем обладают большей магнитной восприимчивостью, чем глубоких частей. Отдельным трубкам (Мир, Интернациональная и др.) свойственна низкая магнитная восприимчивость на всю разведанную глубину, а в некоторых случаях (трубки Накынского кимберлитового поля) кимберлиты вообще не магнитны.

Ксеногенный материал в диатремах описываемой платформы делят на: а) осадочные породы платформенного чехла; б) изверженные – траппы, внедрившиеся в осадочный чехол до образования диатрем; в) метаморфические, слагающие фундамент платформы; г) глубинные, предположительно мантийного происхождения. Наиболее распространены ксенолиты осадочных пород, содержание которых варьирует в широких пределах: от единичных обломков до 90 % объема породы (так называемые карбонатные брекчии). В верхних частях многих диатрем в повышенном количестве (например, в отдельных участках трубки Спутник – до 40 %) содержатся зёрна кварца, плагиоклаза, микроклина и

других терригенных минералов. В изучаемых кимберлитах присутствует повышенное количество тонкозернистого карбонатного материала с переменной примесью глинистого вещества. В целом мы [12, 18] зафиксировали относительно высокую концентрацию терригенной примеси в кимберлитовых трубках примерно на тех уровнях, где и вмещающие породы обогащены этим материалом. Выявлено также тенденцию возрастания содержания трапповых ксенолитов на уровнях, отвечающих залеганию трапповых силлов, например, для Мирнинского кимберлитового поля это глубины 500–550 и более 1 000 м. Количество ксенолитов пород фундамента платформы в целом увеличивается с глубиной. В горизонтальных сечениях кимберлитовых трубок они располагаются хаотично. Отмечено общую закономерность: с увеличением содержания осадочных ксенолитов снижается количество обломков метаморфических пород. Прослеживая характер распределения содержания и состава ксенолитов глубинных пород до глубины 1,2–1,4 км в трубках Мир и Удачная, удалось выявить, что концентрация глубинных ксенолитов возрастает в кимберлитах более поздних фаз внедрения. Роль нодулей пород верхней мантии в одних трубках (Мир) с глубиной возрастает, в других (Удачная) – убывает.

Все кимберлитовые трубки в переменном количестве содержат индикаторные минералы – алмаз, пироп, пикроильменит, хромшпинелиды, оливин и др. Содержание индикаторных минералов в самых верхних частях диатрем, сложенных вулканогенно-осадочными образованиями, в целом низкое (особенно в тонкозернистых фациях стратифицированных пород). Здесь зёрна этих минералов имеют небольшой размер и угловато-неправильную форму. Пироп в таких частях трубок обычно не имеет келифитовых кайм (иногда отмечаются небольшие их фрагменты), а в нижележащих породах присутствуют обрывки кайм без граната. Реакционные оболочки на пикроильмените сохраняются чаще, чем на пиропе, но и они покрывают поверхность зерен фрагментарно. Содержание индикаторных минералов кимберлитов на глубоких горизонтах выше, чем в самых верхних частях, хотя в разных трубках Сибирской платформы оно различно: от знакового до первых процентов. Количество глубинных минералов на средних горизонтах диатрем обычно повышено, зёрна минералов значительно крупнее, чем на более высоких и низких уровнях диатрем. В подводящем дайкоподобном канале отмечается некоторое снижение содержания индикаторных минералов. Целых зёрен первичных минералов здесь значительно больше, чем в верхних частях диатрем.

По содержанию главных индикаторных минералов – пироба, пикроильменита и хромшпинелида – как алмазоносные, так и неалмазоносные высокоспутниковые кимберлиты разделяют на две группы: а) с высоким содержанием пикроильменита и пироба, низким – хромшпинелида; б) с низким содержанием пикроильменита и повышенным – пироба и хромшпинелида. Промышленные коренные месторождения алмазов Сибирской платформы в основном принадлежат к высокоспутниковому типу и приурочены к центральной части региона. Алмазоносные высокоспутниковые кимберлиты первой группы есть на Сибирской платформе в Мирнинском (Мир, Дачная), Алакит-Мархинском (Сытыканская, Комсомольская) и Далдынском (Удачная, Дальняя, Зарница) полях. Алмазы этих месторождений изменяются по морфологии от гладкогранных октаэдров (трубка Мир) до комбинационных кристаллов (Удачная, Сытыканская). В трубке Удачная среди мелких алмазов встречаются кубы, источником которых являются дезинтегрированные эклогиты.

*Пикроильменит* в высокоспутниковых кимберлитах первой группы преобладает над пиропом. Размер зерен минерала варьирует от долей до первого десятка миллиметров,

довольно часто встречаются выделения размером 5–10 мм в поперечнике. Состав пикроильменита меняется в различных трубках. Например, в Мирнинском кимберлитовом поле зафиксировано повышенное количество ферримагнитной разновидности минерала со специфическим составом: низким содержанием  $TiO_2$  и  $MgO$  и повышенным  $Fe_2O_3$  и  $Cr_2O_3$ . Отметим, что в отдельных трубках (Удачная, Сытыканская, Дальняя, Зарница и др.) ферримагнитный ильменит вообще не встречен, зато в повышенных концентрациях в таких диатремах отмечено содержание  $Cr_2O_3$ .

Концентрация *пиропы* в алмазоносных кимберлитах первой группы также повышена, причём нередко определяющая часть зерен принадлежит к высокохромистой и низкокальциевой разновидности – алмазной ассоциации [12, 18, 20]. Особенно характерно относительно повышенное содержание пиропов алмазной ассоциации для алмазоносных кимберлитов первой группы Далдыно-Алакитского района, в то время как для аналогичных пород Мало-Ботуобинского района оно в целом невелико (до 5 %). Значительное количество пиропы из алмазоносных кимберлитов трубок Мало-Ботуобинского района принадлежит к низкохромистой разновидности оранжевого цвета, находящейся обычно в парагенезисе с пикроильменитом. Для пиропы высокоспутниковых кимберлитов первой группы Сибирской платформы характерна в целом максимальная степень дифференциации по парагенезисам. В совокупность этого минерала входят пиропы лерцолитового, вебстеритового, верлитового и дунит-гарцбургитового парагенезисов. Содержание пиропы верлитового парагенезиса в этих породах повышено по сравнению с алмазоносными кимберлитами других регионов, причём среди них встречаются как высокохромистые (находящиеся в ассоциации с хромшпинелидом), так и с пониженным содержанием хрома (ассоциация с пикроильменитом).

*Хромшпинелид* в высокоспутниковых кимберлитах первой группы присутствует обычно в малых количествах (сотые доли процента). Он образует хорошо индивидуализированные зерна, большинство из которых имеет форму октаэдров, нередко осложнённую вицинальными гранями [12]. Многие зерна этого минерала принадлежат к высокохромистой разновидности, среди которой довольно часто встречаются индивиды алмазной ассоциации.

Высокоспутниковые алмазоносные кимберлиты второй группы (с низким содержанием пикроильменита) распространены больше, чем первой. В Мало-Ботуобинском районе к ним относятся трубки Интернациональная, Спутник, имени XXIII съезда КПСС, в Далдыно-Алакитском – Юбилейная и Айхал, в Верхнемунском – Заполярная, Поисковая, Новинка, Комсомольская-Магнитная. Все они имеют пониженное содержание (вплоть до полного исчезновения) пикроильменита и повышенное – пиропы и хромшпинелида. Размер зерен пикроильменита и хромшпинелида редко превышает 2 мм.

Высокоспутниковые слабоалмазоносные кимберлиты относительно широко распространены в центральных частях алмазоносных провинций и делятся на две группы: с высокими и низкими концентрациями пикроильменита. Первые в Мирнинском поле представлены трубкой Амакинская и дайкой А-21, в Далдынском – трубками Ленинградская, Геофизическая, Долгожданная, Украинская, Иксовая и другими, в Алакит-Мархинском – Моркока, Искорка и др. Кимберлиты этой группы выявлены также в Средне- и Нижнеоленёкском районах [12, 18]. Алмазы в кимберлитах данной группы встречаются относительно редко и представлены в основном ромбододекаэдрами и ромбододекаэдроидами. Главным индикаторным минералом этой группы является пикроильменит, по составу не отличающийся от пикроильменита из алмазоносных трубок.

Состав пироба слабоалмазоносных кимберлитов существенно отличается от состава пироба промышленно алмазоносных трубок, что выражается в пониженной средней хромистости и отсутствии алмазоносной ассоциации в первом. Характерна также дифференциация по парагенезисам – преобладают зерна пироба вебстеритового и лерцолитового парагенезисов. Не характерны зерна минерала верлитового парагенезиса. Гранаты из слабоалмазоносных кимберлитов центральной части провинции более разнообразны по составу, чем аналогичные разности северной части платформы. Хромшпинелид в неалмазоносных кимберлитах первой группы встречается редко, в основном это алюмохромит.

Высокоспутниковые слабоалмазоносные кимберлиты с низким содержанием пикроильменита (вторая группа) по составу и другим признакам индикаторных минералов практически не отличаются от слабоалмазоносных кимберлитов первой группы. Наряду с низким содержанием пикроильменита им свойственен и малый размер его зерен, не превышающий первых миллиметров. К неалмазоносным высокоспутниковым магматитам второй группы можно отнести [12] также лампрофиры Чомполинского поля на западном склоне Алданского щита, пикриты Чадобецкого поднятия и мелилиты Среднего Тимана. Для них характерен слабохромистый пироп и слабая дифференциация этого минерала по парагенезисам (в основном вебстеритовый и лерцолитовый). Хромшпинелид – это алюмохромит с явно выраженным ультрабазитовым трендом состава.

В кимберлитовых трубках Сибирской платформы диагностировано [4, 7] более 60 вторичных минералов, которые существенно влияют на петрофизические и петрохимические свойства пород. В условиях Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) в кратерных осадках всегда фиксируют высокое содержание карбонатного материала. Однако в вулканогенно-осадочных породах обычно отсутствуют выделения вторичных минералов в виде крупных жил, жеод и гнезд. Кимберлитовые туфы также имеют повышенное содержание карбонатных минералов. В туфах и брекчиях верхних горизонтов встречаются скопления крупных друз и прожилков кварца (часто аметистовидного), кальцита и магнетита. С глубиной масштабы этого типа минерализации постепенно уменьшаются, и в эруптивной брекчии более глубоких горизонтов сохраняются лишь маломощные жилы и прожилки пневматолитово-гидротермальных минералов. С глубиной обычно уменьшается степень карбонатизации пород. В отдельных случаях (например, глубокие горизонты восточного тела трубки Удачная) в диатремах встречаются практически не серпентинизированные “свежие” кимберлиты с высоким содержанием карбонатных минералов. К верхним частям кимберлитовых трубок увеличивается количество хлорита, образующегося вследствие изменения флогопита, а в породах, подвергшихся гипергенным изменениям, появляется монтмориллонит, ассоциирующий с монтмориллонит-гидрослюдистой смешаннослойной фазой. Отдельные горизонты кимберлитов обогащены такими редкими минералами, как пиронаурит и амакинит, а во вмещающих породах встречаются зоны, обогащенные рассолами соленосных толщ и галита, а также таких редких минералов бора, как екатеринит и ферросайбелиит [4].

На особенности вторичной минерализации и её распределение по разрезу значительно влияют породы, вмещающие трубки. Несмотря на локализацию всех кимберлитовых полей Сибирской платформы в пределах распространения терригенно-карбонатных отложений нижнего палеозоя, состав пород всё же существенно изменяется как по вертикали, так и горизонтально, существенно влияя на состав самих кимберлитов.

Значительно меняются по разрезу кимберлитовых трубок петрохимические и геохимические особенности пород. Например, осадочно-вулканогенные образования верхних частей диатрем имеют высокое содержание CaO и CO<sub>2</sub> за счёт значительного объема обломков вмещающих карбонатных пород, а также пониженное количество TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и ΣFe. В основании раструба трубки и её вертикальном канале, где преимущественно распространены эруптивные брекчии и массивные (порфиновые) кимберлиты, постепенно снижается содержание карбонатных компонентов. За счёт уменьшения количества CaO и CO<sub>2</sub> на средних уровнях диатрем возрастает содержание SiO<sub>2</sub>, MgO и H<sub>2</sub>O. Содержание K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и TiO<sub>2</sub> остается примерно одинаковым по всему разрезу диатремы или изменяется не настолько существенно, по сравнению с основными породообразующими оксидами. В большинстве изученных нами кимберлитовых трубок несколько увеличено содержание K<sub>2</sub>O на глубине, что обусловлено снижением степени хлоритизации флогопита на этих горизонтах. С воздействием на кимберлит вмещающей среды связано возрастание с глубиной содержания Na<sub>2</sub>O, Cl и SO<sub>3</sub> в тех трубках, где вмещающими породами на глубоких горизонтах являются галогенные и гипсоносные толщи. Роль Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на глубоких горизонтах некоторых трубок (Мир, Сытыканская, Юбилейная и др.) повышается за счёт развития пирроаурита или превращения амакинита в гидроксиды железа. В некоторых трубках (Интернациональная и др.) с глубиной снижается количество SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и возрастает MgO и H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>, что обусловлено уменьшением в кимберлитах терригенной примеси вмещающих пород.

Алмазоносность самых верхних частей (где они сохранились), выполненных вулканогенно-осадочными породами, всегда в два-три раза (а иногда и более) ниже, чем более глубоких горизонтов. В залегающих ниже породах раструба (кимберлитовые туфы и эруптивные кимберлитовые брекчии) содержание алмазов повышено, хотя также в значительной степени зависит от содержания ксеногенного материала. Обычно содержание алмазов понижено в приконтактных частях диатрем. Признаки окисления алмазов в дайках и некоторых трубках (где проявляются следы высокотемпературных условий формирования кимберлитов) фиксируют в виде своеобразных каверн [12]. Неоднородности распределения алмазов в горизонтальных сечениях трубок более контрастны, чем в вертикальном разрезе. Разные фазы внедрения имеют различную алмазоносность. Зафиксирован [12, 14] факт повышенной алмазоносности кимберлитов более поздних фаз внедрения, которые обычно приурочены к центральным частям трубок. Отмечено пониженное содержание алмазов в периферических зонах трубок, что связано с разубоживанием кимберлита различным объемом материала вмещающих пород.

Кимберлитовые трубки на *Восточно-Европейской платформе* (ВЕП), открытые в пределах Архангельской алмазоносной провинции (ААП), имеют много специфических свойств, которые отличают их от классических кимберлитов Сибирской и Африканской платформ [8, 12]. Для кимберлитов этой платформы (особенно кратерных фаций) характерна пониженная плотность, которая варьирует от 1,90 до 2,5 г/см<sup>3</sup>, причем в кратере она снижается до 1,68–1,95, а с глубиной увеличивается до 2,02–2,32 г/см<sup>3</sup>. Магнитная восприимчивость кимберлитов также понижена, особенно пород тех трубок, у которых сохранились кратерные фации. Из-за незначительного различия магнитной восприимчивости вмещающих пород и кимберлитов кимберлиты не выделяются контрастными аномалиями, что затрудняет поиски их магнитометрическим методом. Вмещающими породами этих трубок являются монотонно чередующиеся слабо сцементированные аргиллиты, алевролиты и песчаники, основные компоненты которых – кварц, полевые

шпаты, гидрослюда, хлорит и каолинит. Характерная особенность этих пород – слабая цементация. В породах есть незначительное, по сравнению с аналогичными образованиями Сибирской платформы, содержание карбонатного вещества и высокое количество кварца. Для вмещающих трубки пород характерно наличие большого количества захороненных слабоминерализованных вод. Некоторые кимберлитовые диатремы перекрыты как четвертичными образованиями, так и породами среднего карбона (ургузская свита).

подавляющее большинство кимберлитовых трубок ААП имеет изометрическую, близкую к округлой форму (некоторые вытянуты в северо-восточном направлении), что вызвано рыхлым (до 1 км) характером среды, в которую внедрялась кимберлитовая магма. В вертикальном разрезе кимберлитовых трубок этого региона, как и на других платформах, выделяют раструб (кратер) и вертикальный канал, а корневая зона фактически не вскрыта. В большинстве алмазонасных трубок отмечена четко выраженная кратерная зона, представляющая собой расширение с относительно пологими контактами, которые на глубине 150–300 м от современной поверхности становятся почти вертикальными. До разведанной глубины (около 1 км) все открытые промышленно алмазонасные трубки региона имеют цилиндрическую, почти округлую форму. Наличие в районе большого количества силлоподобных тел и силлов, отходящих от трубок, связано со слабой литифицированностью вмещающих трубки пород [8, 12].

Текстурно-структурные особенности и петрографический состав пород, заполняющих различные морфологические отрезки диатремовой структуры, существенно меняются. Например, на самых верхних горизонтах слабо эродированных трубок в пределах кратера развита толща вулканогенно-осадочных пород озерного типа, образованных переотложенным материалом дезинтегрированных продуктов закратерных выбросов и пород бортов трубок. Они имеют слоистое строение, образованы чередующимися прослоями пелитоморфного и песчанистого облика, сложены в основном кварцем, полевыми шпатами и гидрослюдой. Кимберлитовая составляющая представлена сапонитизированными обломками псевдоморфоз по оливину. Количество терригенного материала варьирует от 20 до 99 %. Отдельные разности пород кратера литологически сходны с вмещающими трубки породами и обычно обладают подобными петрофизическими свойствами. Они нередко камуфлируют трубочные объекты, создавая определённые трудности при их поисках. Мощность субгоризонтально залегающей вулканогенно-осадочной пачки – 30–40 м. Она залегает на туфогенной пачке, сложенной туфами, туффитами и туфопесчаниками общей мощностью 20–40 м. Цвет пород фиолетово- или сиренево-коричневый. Для них характерна пятнистость, обусловленная наличием в породе кремневых сапонитовых псевдоморфоз по оливину. В составе кратерных образований кимберлитовых трубок ААП относительно редко встречаются крупные обломки и глыбы вмещающих пород, что типично для аналогичных пород Сибирской и Африканской платформ.

Породы жерла представлены вулканическими образованиями: ксенотуфобрекчиями, автолитовыми брекчиями и порфиоровыми кимберлитами. Пространственное соотношение этих типов пород подчинено определенным закономерностям и обусловлено в основном последовательностью их формирования. Наиболее ранними являются ксенотуфобрекчии, залегающие в периферийных и ранних частях диатрем. Автолитовые брекчии, внедрившиеся в следующий этап становления диатрем, формируют “рудные столбы” в центральных частях трубок. С ксенотуфобрекчиями они связаны постепенными



переходами через туфобрекчии. На глубоких горизонтах некоторых трубок вскрыт порфиновый кимберлит – порода эффузивного облика, содержащая флогопит и псевдоморфозы сапонита и серпентина по оливину. Основная масса породы сильно изменена вторичными постмагматическими процессами.

Ксенолиты в кимберлитовых трубках представлены осадочными породами, кристаллическими сланцами фундамента и нодулями пород верхней мантии. Наиболее распространены осадочные ксенолиты и ксенозерна минералов дезинтегрированных пород венда, играющие большую роль в составе кратерных пород и немного меньшую, но нередко существенную во всех других типах и разновидностях кимберлитовой брекчии. Отличительные особенности пород кратерной фации трубок ААП – большое количество зерен кварца, в то время как обломки кварцсодержащих пород (алевролитов и песчаников) находятся в подчинённом количестве. Велика роль терригенного материала и в составе ксенотуфобрекчий и автолитовых брекчий. С глубиной содержание материала осадочных пород постепенно снижается. Обломки пород фундамента (кристаллические сланцы и гнейсы) встречаются относительно редко (особенно в породах кратерных фаций), размер их редко превышает первый десяток сантиметров. Аналогичные особенности характерны для ксенолитов пород верхней мантии, находки которых приурочены к автолитовым брекчиям. Они представлены в основном существенно оливиновыми породами. В отличие от кимберлитовых трубок Сибирской и Африканской платформ, в трубках ААП не обнаружено ксенолитов верлитов и катаклазированных перидотитов.

По морфологии и физическим свойствам среди алмазов из кимберлитовых пород Восточно-Европейской платформы выделяются кристаллы размером крупнее 2 мм, представленные в основном додекаэдрами (округлый тип) и меньше 1 мм, имеющие форму плоскогранных октаэдров с тригональной и дитригональной формой граней. Широко распространены бесцветные кристаллы, но встречаются и окрашенные в зеленовато-жёлтый и жёлтый цвета. Продуктивные кимберлиты ААП принадлежат к низкоспутниковому типу. Минимальные концентрации индикаторных минералов зафиксированы в кратерных породах, несколько повышено их количество в автолитовых брекчиях. Содержание пироба в кимберлитах ААП обычно не превышает первых граммов на 1 т породы. Доминируют зёрна размером менее 1 мм округлой или овальной формы, часто окруженные изменённой келифитовой каймой. Для пиробов из алмазоносных кимберлитов этой провинции характерно: преобладание высокохромистых разновидностей; мало гранатов эклогитового и верлитового парагенезисов, а также повышенное количество дунит-гарцбургитового парагенезиса и алмазной ассоциации; несколько пониженная кальциевость граната. Среди редко встречающихся хромшпинелидов преобладают высокохромистые и высокотитанистые разновидности, а в алмазоносных трубках отмечено повышенное количество зёрен алмазной ассоциации. Типичным для рассматриваемых кимберлитов является хромшпинелид, хотя и его концентрации низкие. Отмечено существенное отличие низкоспутниковых неалмазоносных (или слабоалмазоносных) магматитов от аналогичных пород алмазоносных диатрем по составу индикаторных минералов.

Вторичные изменения кимберлитов ВЕП интенсивны и принципиально отличаются от изменений в Якутской алмазоносной провинции. Ведущим вторичным минералом (иногда до 50 %) здесь является сапонит, что связано с обогащённостью кварцем как вмещающих пород, так и самих кимберлитов [8]. Особенно много сапонита в верхних горизонтах трубок, где увеличено количество терригенного материала. Под воздействием постмагматических растворов сапонитизации подвергаются не только изменённые

зерна оливина, а даже выделения кварца и полевых шпатов вмещающих пород. В составе автолитовых брекчий, кроме сапонита, есть повышенное количество талька, появляется серпентин. С глубиной количество серпентина возрастает, однако сапонит, а на отдельных участках и тальк являются преобладающими фазами. Карбонатные минералы, преобладающие в кимберлитах Сибирской платформы, для алмазонасных пород ВЕП не характерны. Слабо развита здесь и однородная гидротермальная минерализация. Несмотря на высокое содержание в породе изменённого терригенного кварца, друзы и прожилки этого минерала в кимберлитовых трубках ААП редки. Здесь наблюдаются прожилки барита, сепиолита, серпентина, кальцита, магнетита и гидроксидов железа.

Главной петрохимической особенностью продуктивных кимберлитов ААП является высокое содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и низкое –  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ .  $\text{CaO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ , что связано с обогащённостью пород материалом вмещающих толщ. По петрохимической природе они принадлежат к высокоультраосновным кимберлитам. Однако нужно учитывать, что источником значительной части  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{K}_2\text{O}$  в этих породах служит терригенная примесь вмещающих образований венда, захваченная при внедрении кимберлитового расплава. Особенно высокие содержания кремнезёма (до 95 %) отмечены в самых верхних осадочных слоях кратерной фации, что связано с обогащённостью этих частей терригенным материалом. С глубиной содержание этих компонентов уменьшается, зато увеличивается роль  $\text{MgO}$ . Однако и на глубоких горизонтах в автолитовых брекчиях и порфириновых кимберлитах отмечено повышенное содержание  $\text{SiO}_2$ , что связано с сапонитизацией пород. Геохимически кимберлиты ААП отличаются от аналогичных пород большинства платформ мира низким содержанием некогерентных элементов (Ti, P, Rb, Sr, Zr и др.). Особенно мало перечисленных элементов в кратерных фациях пород.

Наиболее низкая алмазонасность установлена для самых верхних кратерных образований, обогащённых дезинтегрированным материалом вмещающих пород венда. По мере снижения доли терригенной примеси возрастает количество алмазов. Оно достигает максимума в автолитовых брекчиях, приуроченных к центральным участкам трубок (к периферии их сменяют ксенотуфобрекчии). Поэтому в горизонтальных сечениях максимальные содержания алмазов тяготеют к центральным зонам диатрем. Закономерных изменений морфологии и физических свойств алмазов в кимберлитовых трубках ВЕП не отмечено, за исключением того, что в кратерных фациях размер алмазов минимальный, а количество обломков кристаллов, наоборот, максимально.

Большинство кимберлитовых трубок *Африканской платформы* выходит на дневную поверхность [6, 18, 21]. Самая верхняя часть раструба трубок нередко по форме приближается к шляпке гриба, края которой переходят в кольцевой вал, сформированный выбросами собственно эндогенного материала и пород, прорванных кимберлитовой колонной. Кольцевой вал обычно эродирован, и его реликты сохранились только в единичных трубках в Танзании (Мвадуи), Мали (Касама) и Заире (массивы А и V). Переход между кратерной частью и вертикальным каналом в одних диатремах постепенный, в других – относительно резкий. Для корневых зон кимберлитовых трубок характерны изменчивость морфологии, расширения и сужения тела, резкие изменения наклона и простираения контактов, неровности контактов, расщепление подводящих тел на отдельные дайкоподобные проводники, появление на глубине “слепых” приращков кимберлитов. Ориентировка подводящих каналов и частично их форма определены трещиноватостью жёсткой рамы, откалыванием от неё отдельных угловатых блоков. На территории

Африканского континента морфология кимберлитовых тел разнообразна: широко распространены трубчатые тела, в некоторых районах (Лесото, Сьерра-Леоне, Гвинея) доминируют дайки, но часто встречаются и силлы. В Гвинее мы изучили блок гранитоидов и кристаллических сланцев, пронизанный многочисленными прожилками кимберлитов мощностью от долей миллиметра до первых десятков сантиметров – так называемый штокверковый тип залегания кимберлитов. Трубчатые тела здесь обычно приурочены к участкам пересечения различно ориентированных разломов. В Гвинее и Сьерра-Леоне кимберлиты, локализованные в пределах жёсткого основания, разбитого зонами трещин определённой ориентации, залегают в виде систем даек протяженностью десятки километров. Аналогичная картина наблюдалась [12, 21] в тех районах Лесото, где кимберлиты прорывают лавовую толщу базальтов Кару с предварительно сформированной системой трещин. Сотни дайковых тел заполняют ориентированную в основном в северо-восточном направлении систему трещин. Кимберлитовые силлы формировались в связи с существенной неоднородностью (различной механической прочностью) вертикального разреза интродуцированных кимберлитами пород, которые кимберлитовая магма при внедрении встречала на своём пути. Эти трудно преодолимые барьеры приводили к смене направления её движения от вертикального до горизонтального.

подавляющее большинство кимберлитовых тел Африки выходило на дневную поверхность, где они залегают под относительно маломощным делювием, чаще всего представленным выветрелыми глинистыми образованиями (кора выветривания). Некоторые трубки перекрыты песками Калахари, мощность которых достигает первых десятков метров. Лишь трубка Джваненг (Ботсвана) перекрыта, кроме слоя песков Калахари (20–30 м), ещё и мезозойскими отложениями мощностью первые десятки метров. Пока не зафиксирован факт, чтобы известные алмазоносные тела Африканской платформы были погребены под магматическими породами. Такая геологическая обстановка благоприятствует поискам кимберлитов геологическими (шлихо-минералогическими) и геофизическими методами.

Вмещающими породами кимберлитов Африки служит широкий комплекс осадочных и изверженных пород, которые влияют на морфологию тел, характер вторичных изменений и химический состав пород. Верхние горизонты кратерных фаций слабо эродированных трубок континента сложены толщей пород озёрного типа. Вертикальный канал выполнен туффизитовой брекчией, сложенной эндогенным материалом: лапиллями кимберлитов, зернами оливина и других реликтовых минералов, погружённых в мелкозернистую матрицу.

Характерной особенностью корневых зон африканских кимберлитовых трубок является наличие четко выраженных участков, сложенных контактными брекчиями. Установлено три основных типа брекчий, различающихся между собой по составу, строению и генезису: эксплозивные, флюидные и интрузивные. Гипабиссальные кимберлиты корневых зон обычно формировались в результате внедрения нескольких самостоятельных интрузий и множества мелких даек. Контакты между разными интрузиями корневых зон обычно постепенные, через так называемую зону смешения, иногда они резкие, имеют вид сварного шва. Кимберлиты различных интрузий корневых зон отличаются между собой по минералого-петрографическим особенностям, которые, однако, свидетельствуют, что они являются производными “нормальной” кимберлитовой магмы. Это магматические породы порфировой структуры, сложенные ксенозернами мантийных минералов (пиропы, пикроильменита, оливина и др.), порфировыми вкрапленниками оливина

и основной массой полиминерального состава. В некоторых разновидностях гипабиссальных кимберлитов в основной массе отмечено повышенное количество перовскита, апатита, мельчайших зерен хромшпинелида, пикроильменита и других минералов.

Ксеногенный материал представлен осадочными, изверженными, кристаллическими породами и нодулями образований верхней мантии. Среди ксенолитов пород верхних этажей коры (осадочных, изверженных и метасоматических) африканские исследователи [6, 21] различают обломки нескольких групп пород: а) полностью уничтоженных эрозией в районах конкретной трубки; б) выходящих на дневную поверхность или вскрытых горными выработками в разрезе пород, прорванных кимберлитами; в) залегающих на большой глубине и не вскрытых к настоящему времени по техническим и другим причинам. В слабо эродированных африканских кимберлитовых диатремах (трубки Танзании, Ботсваны и др.), как и на других платформах мира, в пределах кратера скапливаются огромные массы дезинтегрированного материала тех пород, в которых залегает кратерная часть диатрем. Обломки пород и минералов вмещающих трубки образований вместе с примесью эндогенного (кимберлитового) материала в верхней части разреза кратеров стратифицированы. Слоистость иногда охватывает и более глубокие слои кратерных образований. В пределах вертикального канала содержание дезинтегрированного материала вмещающих пород варьирует от единичных обломков до многих десятков процентов. В отдельных трубках содержатся гигантские ксенолиты (“плавающие рифы”), имеющие иногда весьма значительный объем.

Корневые зоны диатрем сложены двумя типами образований, различающимися по содержанию ксенолитов вмещающих пород: а) гипабиссальными кимберлитами с низким содержанием ксенолитов; б) несколькими генетическими типами брекчий, в которых эти ксенолиты занимают основной объем. Для африканских кимберлитовых трубок отмечено повышенное содержание нодулей глубинных пород, для которых характерна слабая изменённость вторичными процессами.

Большинство трубок Африканского континента высокоспутниковые. Низкое содержание минералов-спутников алмаза отмечено для группы трубок Венеция, расположенной в пределах подвижного пояса Лимпопо на границе ЮАР с Зимбабве [6, 12]. Кроме пироба и пикроильменита, в концентрате из кимберлитов Африканской платформы отмечено повышенное количество клинопироксена – обычного диопсида и низкохромистого хромдиопсида. От пироба из кимберлитов ЯАП и ААП минерал из трубок Африканской платформы отличается более низким содержанием  $Cr_2O_3$ , меньшей дифференцированностью по парагенезисам, преобладанием относительно низкохромистых разновидностей лерцолитового и вебстеритового парагенезиса и малой ролью этого минерала дунит-гарцбургитового парагенезиса и алмазной ассоциации. Пикроильменит есть практически во всех кимберлитовых диатремах африканского континента, причём относительно крупные выделения имеют необычный марганцовистый состав. Хромшпинелид в большинстве случаев принадлежит к алмазной ассоциации. Во многих коренных месторождениях алмазов платформы преобладают кристаллы с включениями эклогитового парагенезиса.

Для кимберлитовых пород Африканской платформы в целом характерны: слабая изменённость постмагматическими процессами, что во многом связано с отсутствием захороненных водоносных горизонтов во вмещающих трубках толщах; литифицированные осадочные отложения; наличие изверженных пород в образованиях рамы. Верхние горизонты кимберлитовых тел с развитой корой выветривания сложены реликтами пер-

вичных (глубинных) минералов, заключенных в монтмориллоните, нонтроните, каолините и гидрослюде. Вторичные минералы более глубоких горизонтов представлены серпентином и хлоритом, а в более рыхлых породах – и сапонитом, вермикулитом, бруситом. Здесь выявлено повышенное содержание цеолитов, а также небольшое количество жильных выделений кварца и кальцита, что сильно отличает их от изменённых кимберлитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Химический состав кимберлитов региона может служить эталоном, поскольку от них получила название сама порода [6, 12, 21]. Южноафриканские геологи разделяют эти породы на две группы, различающиеся между собой по химическому (содержание  $K_2O$ ,  $TiO_2$  и  $P_2O_5$ ) и изотопному составу. Предполагают, что отличительные особенности выделенных групп обусловлены различным составом их источника, причём таковым может быть недифференцированная мантия. Однако, по нашему мнению [12, 18], различия между группами кимберлитовых пород определяются тем, что в составе второй группы кимберлитов присутствует существенно больше расплавленного метасоматизированного материала. В вертикальном разрезе слабо эродированных трубок с сохранившимися кратерными фациями на состав кимберлитов существенно влияет содержание материала вмещающих пород. Кратерные породы, в которых значительный объем занимает дезинтегрированный материал гранитоидов (трубка Мвадуи), имеют высокое содержание  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$ . При сносе в кратер траппового материала повышается содержание  $SiO_2$ ,  $CaO$  и  $Na_2O$  (трубка Орапа). Поскольку в разрезе прорванных кимберлитами коровых пород есть мало карбонатной составляющей, то содержание  $CaO$  и  $CO_2$  в кимберлитах Африки почти на порядок ниже, чем в этих же породах на Сибирской платформе [12].

Алмазоносность кимберлитов Африканской платформы в промышленных трубках колеблется от первых десятых долей карата на 1 т кимберлита (трубка Коффифонтейн) до 1,41 кар/т (группа трубок Венеция). Распределение алмазов в пределах вертикального разреза трубок варьирует в широких пределах в зависимости от геолого-петрографического строения диатрем. Например, содержание алмазов в кратерных породах слабо эродированных трубок низкое за счёт разбавления кимберлитов “пустым” материалом из вмещающих диатремы пород. В то же время алмазоносность закратерных выбросов кимберлитов в районе трубки Мвадуи в Танзании (в целом с низким содержанием алмазов) была относительно высокой благодаря тому, что эти маломощные (первые метры) образования возникли в результате выветривания примерно 30-метрового слоя кимберлита. Содержание алмазов в кимберлитах вертикального канала обычно в несколько раз (а в Анголе до 30 раз) выше, чем в кратере. Исключение в этом отношении составляют кимберлиты канала трубки Мвадуи, где содержания снизились до первых десятков долей карата на 1 т кимберлита, и промышленная разработка трубки стала нерентабельной. Содержание алмазов в коре выветривания эродированных трубок Африканской платформы всегда намного выше, чем в плотной породе. Среди алмазов из коренных месторождений на африканском континенте преобладают комбинационные морфологические типы, хотя в них количество октаэдров также довольно велико. В целом крупные алмазы значительно чаще встречаются в трубках с относительно пониженной алмазоносностью.

Таким образом, проведённое сравнительное изучение кимберлитов Сибирской, Восточно-Европейской и Африканской платформ показало наличие как общих, так и отличительных особенностей, однако практически целесообразно применять составленные модели только для конкретного региона. С глубиной происходит сужение трубочатых тел

и постепенный переход их в дайковые – подводящие каналы. В случае перемещения кимберлитового расплава (флюида) через труднопреодолимые породы (например, силлы траппов, тела рифовых известняков) именно эти породы играют роль барьеров, выше и ниже которых происходит изменение морфологии тел. С глубиной кимберлиты постепенно “очищаются” от примеси терригенно-карбонатного материала вмещающих пород, хотя заимствование значительного количества вещества из окружающей среды постмагматическими растворами может сохраняться на значительных интервалах. Содержание глубинных минералов кимберлитов в вертикальном разрезе варьирует, в то время как их соотношения остаются почти постоянными. Состав мантийных минералов с глубиной практически не меняется. Установлено зависимость содержания индикаторных минералов от формы кимберлитовых тел (независимо от места отбора в вертикальном разрезе). В алмазоносных кимберлитах ВЕП не обнаружено мегакристов минералов, часто встречающихся в аналогичных породах Сибирской и Африканской платформ, и субкальциевых (высокотемпературных) клинопироксенов. В подавляющем большинстве дайковых тел индикаторных минералов намного больше, чем в трубчатых. Больше и размеры этих минералов в дайках. Также увеличивается относительное количество пикроильменита и малохромистых пиропов. Эту закономерность мы отметили как в кимберлитовых телах Сибирской платформы, так и на Африканском континенте (Лесото и др.). Особенностью африканских кимберлитов является исключительно широкий набор литологических и текстурно-минералогических типов и разновидностей вмещающих пород, причём осадочный комплекс представлен хорошо литифицированными разностями. Отмеченные особенности окружающей среды здесь оказывают большое влияние на целый ряд особенностей кимберлитов: морфологию тел, характер вторичных изменений и частично на химический состав кимберлитов. Масштабы вторичных изменений кимберлитов с глубиной обычно затухают, за исключением тех случаев, когда на глубоких горизонтах во вмещающих породах концентрируются значительные объемы минерализованных вод. Воздействие таких вод приводит к интенсивному постмагматическому преобразованию кимберлитов, которое по характеру и направленности отличается от гипергенного изменения породы. Отмеченные вариации содержаний некоторых петрогенных оксидов обусловлены неравномерным распределением в вертикальном разрезе трубок контаминированного материала вмещающих пород и постмагматическими изменениями кимберлитов. Алмазоносность кимберлитовых тел, морфология и физические свойства алмазов одних и тех же фаз породы до перехода в подводящий канал существенно не меняются.

Существуют некоторые общие признаки на уровне групп трубок, кимберлитовых полей, минерагенических зон, субпровинций, что позволяет создавать обобщённые модели различного ранга для их эффективного использования при прогнозно-поисковых и проектных работах на каждой конкретной платформе и в конкретных алмазоносных районах.

1. Алмазные месторождения Якутии / [А. П. Бобриевич, М. Н. Бондаренко, М. А. Гневушев и др.]. – М. : Госгеолтехиздат, 1959. – 527 с.
2. Варлаков А. С. Породообразующие минералы группы серпентина / А. С. Варлаков. – Свердловск : Изд-во УНЦ АН СССР, 1983. – 81 с.

3. Василенко В. Б. Петрохимические модели алмазных месторождений Якутии / В. Б. Василенко, Н. Н. Зинчук, Л. Г. Кузнецова. – Новосибирск : Наука, 1997. – 574 с.
4. Вторичные минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук, А. Д. Харьков, Ю. М. Мельник, Н. П. Мовчан. – Киев : Наук. думка, 1987. – 284 с.
5. Гаранин В. К. Минералогическая зональность кимберлитов / В. К. Гаранин // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1991. – № 9. – С. 38–49.
6. Доусон Дж. Кимберлиты и ксенолиты в них / Дж. Доусон. – М. : Мир, 1983. – 300 с.
7. Зинчук Н. Н. Особенности состава и распределения слюдястых образований в кимберлитовых породах Якутии / Н. Н. Зинчук // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1991. – № 7. – С. 58–66.
8. Зинчук Н. Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ / Н. Н. Зинчук // Геология и геофизика. – 1992. – № 7. – С. 99–109.
9. Илупин И. П. Геохимия кимберлитов / И. П. Илупин, Ф. В. Каминский, Е. В. Францессон. – М. : Недра, 1978. – 352 с.
10. Кимберлитовая трубка Удачная / Н. Н. Зинчук, З. В. Специус, В. В. Зуенко, В. М. Зуев. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 1993. – 147 с.
11. Ковальский В. В. Вертикальная минералогическая зональность кимберлитового магматизма / В. В. Ковальский, А. Ф. Сафронов, К. Н. Никишов // Докл. АН СССР. – 1985. – Т. 285, № 6. – С. 1439–1442.
12. Коренные месторождения алмазов мира / [А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков и др.]. – М. : Недра, 1998. – 555 с.
13. Костровицкий С. И. Геохимические особенности минералов кимберлитов / С. И. Костровицкий. – Новосибирск : Наука, 1986. – 263 с.
14. Маршинцев В. К. Вертикальная неоднородность кимберлитовых тел Якутии / В. К. Маршинцев. – Новосибирск : Наука, 1986. – 240 с.
15. Милашев В. А. Вторичные изменения кимберлитов / В. А. Милашев // Тр. НИИГА. – 1962. – Т. 121. – С. 165–185.
16. Новый тип кимберлитовых диатрем в Далдыно-Алакитском районе / А. И. Крючков, В. И. Никулин, С. С. Красинец [и др.] // Сов. геология. – 1990. – № 10. – С. 32–37.
17. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии / [А. П. Бобриевич, И. П. Илупин, И. Т. Козлов и др.]. – М. : Недра, 1964. – 192 с.
18. Петрохимия кимберлитов / [А. Д. Харьков, В. В. Зуенко, Н. Н. Зинчук и др.]. – М. : Недра, 1991. – 304 с.
19. Слюдяной кимберлит из трубки Удачная-Восточная / К. Н. Егоров, В. П. Корнилова, А. Ф. Сафронов, Н. Д. Филиппов // Докл. АН СССР. – 1986. – Т. 91, № 1. – С. 199–202.
20. Соболев Н. В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии / Н. В. Соболев. – Новосибирск : Наука, 1971. – 264 с.
21. Mitchell R. H. Kimberlites : Mineralogy, Geochemistry and Petrology / R. H. Mitchell. – New York : Plenum Pub. Corp., 1986–1989. – 442 p.

**MINERALOGICAL-GEOCHEMICAL SPECIFIC FEATURES OF KIMBERLITES  
AND THEIR APPLIED VALUE****N. Zinchuk**

*West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS  
Lenin St. 4/1, RU – 678170 Mirny, Russia  
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru*

Brief generalized mineralogical-geochemical characteristics of diamondiferous kimberlite pipes of the Siberian, East-European and African platforms are given. One can usually distinguish in kimberlite diamondiferous platforms of the world (from bottom to top): a) root part – feeder channel in the form of a dyke body; b) volcanic (vertical) channel; c) cone (funnel-shaped reaming), crowned by ring bank in non-eroded apparatus. Each of these parts is composed by rocks possessing particular material and texture-structural specific features. Sufficient regularities in rock alternation create peculiar vertical zoning of primary diamond deposits.

Kimberlite pipes on East-European platform are characterized by many specific features, which differs them from classic kimberlites of the Siberian and African platforms. Among distinctions one can note enrichment of groundmass with saponite connected with enrichment by quartz of hosting the pipes rocks, as well as kimberlites proper. Mineralogical-geochemical composition of African kimberlites may serve as template, since the rock proper got the name after them.

*Key words:* kimberlites, mineralogy, geochemistry, structure of kimberlite diatreme, Siberian platform, East-European platform, African platform.

**МИНЕРАЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КІМБЕРЛІТІВ  
ТА ЇХНЄ ПРИКЛАДНЕ ЗНАЧЕННЯ****М. Зінчук**

*Західно-Якутський науковий центр АН Республіки Саха (Якутія)  
678170 Росія, Якутія, м. Мирний, вул. Леніна, 4/1  
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru*

Наведено стислу узагальнену мінералого-геохімічну характеристику алмазонасних кимберлітових трубок Сибірської, Східноєвропейської та Африканської платформ. В алмазонасних кимберлітових діатремах давніх платформ світу звичайно розрізняють (знизу догори): кореневу частину – підвідний канал у вигляді дайкового тіла; вулканічний (вертикальний) канал; розтруб (лійкоподібне розширення), який закінчується в неродованих апаратах кільцевим валом. Кожна з зазначених частин складена породами, які мають певні речовинні й текстурно-структурні особливості. Наявні закономірності в зміні порід зумовлюють своєрідну вертикальну зональність корінних родовищ алмазів.

Кімберлітові трубки на Східноєвропейській платформі мають багато специфічних властивостей, які відрізняють їх від класичних кимберлітів Сибірської й Африканської платформ. Однією з таких відмінностей є збагаченість основної маси сапонітом, що



пов'язане зі збагаченістю кварцом і вмісних порід, і власне кімберлітів. Мінералого-геохімічний склад африканських кімберлітів може бути еталоном, оскільки назва порід походить від м. Кімберлі в ПАР.

*Ключові слова:* кімберліти, мінералогія, геохімія, будова кімберлітової діатреми, Сибірська платформа, Східноєвропейська платформа, Африканська платформа.

Стаття надійшла до редколегії 20.02.2012

Прийнята до друку 29.05.2012