
НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 553.81:552.323.6

Об основных геолого-поисковых обстановках при прогнозировании кимберлитовых трубок

Н.Н. Зинчук

Западно-Якутский научный центр Академии наук РС (Я), г. Мирный

Проведенными исследованиями геологического строения и вещественного состава кимберлитов Сибирской платформы показаны сложность и многообразие геолого-тектонических и палеогеографических обстановок, которые следует учитывать при постановке прогнозно-поисковых работ на алмазы в каждом конкретном регионе. В зависимости от геолого-геофизической и геоморфологической обстановки залегания кимберлитовых диатрем определяются особенности их прогнозирования и поисков. Важным критерием для поисков кимберлитовых тел в различных геолого-тектонических условиях является знание вещественного состава как искомым диатрем, так и вмещающих и перекрывающих их осадочных и магматических образований. Особое внимание следует уделять типоморфным особенностям как первичных, так и новообразованных в диатремах минералов.

Ключевые слова: геология, кимберлиты, трубки, Сибирская платформа, алмазоносный район, типоморфизм минералов.

Geological Structure and Petrography of Kimberlite Pipes

N.N. Zinchuk

West-Yakutian Scientific Centre of The Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Mirny

Carried out investigations of geological structure and material composition of the Siberian platform kimberlites indicated complexity and diversity of geologic-tectonic and paleogeographical situations, which should be considered when performing forecast-prospecting works on diamonds in each specific region. Depending on geologic-geophysical and geomorphological situation of kimberlite diatremes' occurrence specific features of their forecasting and prospecting are determined. Knowledge of material composition of both sought-for diatremes and hosting and overlapping them sedimentary and magmatic formations is an important criterion for prospecting of kimberlite bodies in various geologic-tectonic conditions. Special attention should be paid to typomorphic specific features of both initial and newly formed minerals in diatremes.

Key words: geology, kimberlites, pipes, Siberian platform, diamondiferous region, typomorphism of minerals.

Введение

Особенности локализации коренных месторождений алмазов в пределах отдельных алмазоносных зон наглядно просматриваются на

примере Сибирской платформы (СП) и, особенно, её северной части – Якутской кимберлитовой провинции (ЯКП), протягивающейся с юга на север на 1500 км (от Малоботуобинского алмазоносного района (МБАР) до моря Лаптевых) и с запада на восток на 1000 км (от Харамайского кимберлитового поля в Красноярском крае до р.Лена). На севере и востоке границами алмазоносной провинции служат Лено-Анабарский и

ЗИНЧУК Николай Николаевич – д.г.-м.н., проф.,
председатель центра, nnzinchuk@rambler.ru.

Ангаро-Вилуйский прогибы, а на юго-востоке – Ангаро-Вилуйский прогиб и Вилуйская синеклиза. На западе граница проходит по восточному борту Тунгусской синеклизы. В пределах ЯКП на площади свыше 800 тыс. км² открыто более 1000 кимберлитовых трубок и дайкоподобных тел, распределенных неравномерно и сгруппированных в более 25 кимберлитовых полей, которые в свою очередь объединяют в 9 алмазоносных районов. По особенностям геолого-тектонического положения отдельных групп кимберлитовых пород, их минералогическим характеристикам, возрасту, петрохимии, геохимии, кристалломорфологическим особенностям алмазов и алмазоносности отдельные исследователи [1, 8, 12–14] разделяют ЯКП на две субпровинции: Вилуйскую и Анабаро-Оленекскую. На отдельных территориях древних платформ (северо-восточная часть СП, юг Африканской платформы и др.) отмечено явление «полихронного магматизма». На данном уровне знаний таких разновозрастных кимберлитовых формаций существенных различий как по петрохимическим [4], так и по соотношению первичных мантийных минералов [7–9] не установлено.

В пределах алмазоносных районов выделяют кимберлитовые поля, образованные скоплением кимберлитовых трубок, даек, силлов и жил. Вилуйская кимберлитовая субпровинция охватывает территорию, южной границей которой являются контуры МБАР. Северная граница субпровинции совпадает с северным ограничением Верхнемунского района и условно проводится на широте излучины р. Оленек. Территория Вилуйской субпровинции вытянута с юга на север на 800 км. В ее составе выделены четыре алмазоносных района: Малоботуобинский, Далдыно-Алакитский, Верхнемунский и Среднемархинский, в которых обособляются шесть кимберлитовых полей, три из которых (Далдыноское, Алакит-Мархинское и Моркокинское) находятся в Далдыно-Алакитском алмазоносном районе (ДААР). Анабаро-Оленекская субпровинция охватывает большую территорию северной части ЯКП, располагающуюся в бассейне рек Оленек и Анабар. В ее пределах выделяются пять алмазоносных районов: Среднеоленекский, Нижнеоленекский, Приленский, Анабарский (или Куонапский) и Котуй-Меймечинский. Таксоном, соподчиненным «кимберлитовой субпровинции», принято считать «кимберлитовую контролируемую (или минералогическую) зону», выделение которой в качестве самостоятельной таксономической единицы основано на линейно-дискретном пространственном расположении полей глубинных

магматитов. От геолого-геофизических особенностей залегания кимберлитовых диатрем во многом зависят особенности их прогнозирования и поисков.

Особенности залегания кимберлитовых диатрем

На примере основных районов ЯАП СП можно выделить следующие типы площадей, на которых кимберлитовые трубки: а) полностью перекрыты верхнепалеозойскими отложениями или траппами; б) частично перекрыты верхнепалеозойскими отложениями или траппами; в) полностью перекрыты мезозойскими отложениями; г) интродуцированы траппами без существенного перемещения отторгнутых блоков; д) интродуцированы траппами с отторжением и перемещением блоков кимберлитов; е) представляются протрузии кимберлитовых тел в верхнепалеозойские отложения и траппы; ж) сохранили в верхних частях кратерные фации; з) характеризуются взрывчатой камерой закрытого типа; и) покрыты маломощными элювиальными и делювиальными образованиями.

Кимберлитовые трубки, полностью перекрытые верхнепалеозойскими отложениями и траппами, составляют около 40% диатрем, открытых в Алакит-Мархинском поле кимберлитовой провинции (АМКП). Практически все (за исключением трубки Лира) кимберлитовые трубки этого поля, перекрытые более молодыми отложениями, были зафиксированы с помощью площадного бурения по сети различной плотности и проводимого при этом шлихоминералогического опробования захороняющих эти тела отложений. Сравнительно низкая эффективность применяющихся при поисках здесь геофизических и геохимических методов поисков обусловлена отсутствием надежных прогнозно-поисковых критериев, а также сложностью расшифровки геофизических полей на площадях развития пород трапповой формации. Поэтому в таких сложных геолого-структурных ситуациях основным методом поисков алмазных месторождений является шлихоминералогический. Нередко поверхности кимберлитовых трубок на таких участках перекрываются верхнепалеозойскими терригенными (а иногда и туфогенными) отложениями, в различной степени интродуцированными силлами траппов. Иногда непосредственно на поверхности кимберлитовых тел и вмещающих пород залегают интрузии траппов [2, 10]. Мощность захороняющих трубки верхнепалеозойских отложений в ДААР колеблется от первых метров до 130 м. От 5 до 100 м на этой территории меняется и мощность интродуцирующих кимберлитовые трубки трапповых образований.

Отмечены также значительные (до 100 м и более) мощности трапповых интрузий, непосредственно бронирующих поверхности кимберлитовых тел. Северней (уже в ДААР) наиболее характерны следующие масштабы взаимоотношения кимберлитовых трубок с полностью перекрытыми верхнепалеозойскими отложениями и траппами: а) траппы в виде маломощных силлов (иногда апофиз от них) интродуцируют верхние горизонты перекрывающих трубки отложений, будучи приуроченными к краевым частям диатрем (трубки Восток, Байтахская и др.); б) в перекрывающих трубки породах траппы располагаются на двух уровнях: верхний силл в виде мощного (до 70 м) траппового тела бронирует с поверхности осадочные породы верхнего палеозоя, а нижний (сравнительно маломощный) – внедряется по контакту этих пород с кимберлитом-вмещающими отложениями нижнего палеозоя или интродуцирует верхнюю часть кимберлитовых тел (трубки Краснопресненская, Подтрапповая и др.); в) трапповые интрузии, бронирующие отложения пермокарбона, которые приближаясь к кимберлитовым трубкам, существенно изменяют свою мощность, расщепляются на серию мелких апофиз, создавая над поверхностью погребенных тел своеобразные «окна» (трубки Юбилейная, Кыллахская и др.); г) трапповый силл внедряется по границе между верхне- и нижнепалеозойскими отложениями (трубка Алакитская и др.), причём в таких случаях в краевой части диатремы силлом отслаиваются и перемещаются в горизонтальном направлении блоки кимберлитов вместе с вмещающими их карбонатными и терригенно-карбонатными породами; д) силлы траппов, внедряясь в отложения нижнего палеозоя, налегают на палеоповерхность кимберлитовых тел, уничтожая при этом следы размыва последних и ограничивая тем самым возможность применения шлихоминералогического метода для поисков алмазных месторождений.

На практике отмечается несколько характерных типов отторжений кимберлитовых тел силлами долеритов, в которых имеет место нарушение их целостности путём перемещения блоков кимберлитов от первоначального залегания до нескольких сотен метров [8]. Типичным модельным объектом кимберлитов, перекрытых терригенными отложениями верхнего палеозоя и частично траппами, можно считать трубку Восток, где суммарная мощность перекрывающих диатрему отложений составляет в среднем 33 м. Учитывая, что по петрофизическим свойствам кимберлитовые породы значительно уступают вмещающим терригенно-карбонатным породам нижнего палеозоя, такая положитель-

ная форма поверхности диатремы имеет большое прогнозно-поисковое значение [14]. Подобные формы поверхности диатрем встречены и в других трубках ДААР (Сытыканская, Победа и др.). Сложена трубка Восток двумя генетическими разновидностями кимберлитовых пород – резко доминирующей автолитовой кимберлитовой брекчией (АКБ) и порфировым кимберлитом. В верхней части диатремы установлена кора выветривания (КВ) кимберлитов мощностью 15–20 м.

С использованием индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) в подобной поисковой обстановке была открыта в 1955 г. трубка Сытыканская. Первоначально предполагалось, что эта трубка представляет собой незначительное по размерам и выходящее на дневную поверхность тело, расположенное непосредственно у самого уступа траппового плато. Однако в процессе дальнейших поисково-оценочных работ было установлено, что большая часть трубки перекрыта терригенными породами пермского возраста, бронированными мощной интрузией траппов. После этого в ДААР начались систематические поиски погребенных кимберлитовых трубок, в том числе и на площадях развития пород трапповой формации. Трубка Сытыканская состоит из двух самостоятельных тел – северо-восточного (основного) и юго-западного. По форме и условиям залегания диатрема представляет сдвоенное тело, сильно втянутое с юго-запада на северо-восток. Расстояние по поверхности между обоими телами составляет 30 м, существенно увеличиваясь с глубиной. Некоторые исследователи предполагают, что до эрозии верхние части кимберлитовых тел соприкасались друг с другом. Северо-восточное тело в плане характеризуется неправильной четковидной формой, с пережимами и выступами. В разрезе это крутопадающее тело с закономерным сужением на глубину. Юго-западное тело диатремы имеет форму вытянутого эллипса. По размерам оно значительно уступает северо-восточному. С поверхности юго-западное тело и преобладающая часть северо-восточного перекрыты терригенными отложениями пермокарбонного возраста, залегающими на размытой поверхности самих тел, и мощным трапповым силлом, представляющим собой краевую часть огромного траппового плато [3, 14]. Лишь небольшой участок (площадью первые проценты трубки) был выведен эрозией на дневную поверхность и перекрыт маломощными элювиально-делювиальными осадками. Мощность перекрывающих трубку терригенных пермско-каменноугольных пород озерно-болотной фации колеблется от 9 до 16 м. Выше этих отложений

над большей частью трубки залегают долериты. В юго-западной части диатремы, где терригенные отложения выклиниваются, эти магматические трапповые образования лежат на поверхности кимберлитов и вмещающих их терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя. Мощность траппов непосредственно в районе трубки Сытыканская варьирует от 5 (на северо-восточном фланге) до 87 м (на юго-западе и в центральной части). За контуром трубки она резко возрастает, достигая в отдельных участках 125 м. Оба тела трубки Сытыканская сложены типичной кимберлитовой брекчией, в которой большинство исследователей выделяют три разновидности [1–4]. Северо-восточное тело представлено породами двух фаз внедрения, образующими два самостоятельных рудных столба – центральный и северо-восточный, сочленяющихся между собой через переходную зону. Юго-западное тело имеет относительно простое строение и сложено породами одной фазы внедрения. В пределах основного тела трубки различаются кимберлитовые брекчии с массивной текстурой цемента первой фазы внедрения и АКБ второй – завершающей фазы. Непосредственно под толщей перекрывающих трубку терригенно-карбонатных отложений пермокарбона отмечается кимберлитовая брекчия, участками сильно выветрелая, представляющая собой типичную остаточную КВ.

Кимберлитовые трубки, полностью перекрытые мезозойскими отложениями, установлены в МБАР и Среднемархинском алмазном районе (СМАР) СП, хотя возраст самих кимберлитов датируется большинством исследователей этих территорий как среднепозднепалеозойский. В МБАР к ним отнесены трубки Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС и Дачная, открытые с помощью применяемого в ЯКП комплекса геолого-геофизических методов. Эти диатремы имеют небольшие размеры, но характеризуются высоким качеством алмазов, большая часть которых относится к ювелирным.

Кимберлитовая трубка Интернациональная, расположенная в 16 км к юго-западу от трубки Мир на правом берегу р. Ирелях (в верхнем течении её правых притоков Маччоба-Салаа и Улаах-Юрях), тяготеет к Западному региональному разлому [1]. Она внедрилась в осевую зону Кюэляхского разлома и сопровождается системой даек, ориентированных в северо-восточном, северо-западном и почти меридиональном направлениях [2, 6–8]. На поверхности трубка имеет форму неправильного овала, вытянутого на северо-запад. В результате разведки диатремы до 955 м установлено [14], что в среднепа-

леозойское и мезозойское время около 470 м верхней части диатремы было уничтожено длительной эрозией, отчего от раструба сохранилась только его нижняя 120-метровая часть. Далее на глубину остатки раструба переходят в цилиндрический канал с почти вертикальными каналами. До разведанной глубины размеры трубки существенно не уменьшаются, также стабильной остаётся продуктивность руд [14]. Диатрема прорывает горизонтально залегающие терригенно-карбонатные породы нижнего ордовика и кембрия, перекрываясь нижнеюрскими отложениями мощностью от 2,1 до 9,2 м. В верхней части трубки Интернациональная залегают слоистые породы с чередованием прослоев мелко- и крупнопорфирового кимберлита.

Относящаяся к этому же геолого-поисковому типу кимберлитовая трубка им. XXIII съезда КПСС расположена в 14 км к юго-западу от трубки Мир и приурочена к Западному региональному разлому. Она полностью перекрыта [14] 12–20-метровой толщей нижнеюрских терригенных отложений, в которых выделены две пачки: нижняя, отнесенная к укугутской свите, и верхняя – к домерскому ярусу. На поверхности трубка имеет размер 120x80 м. Форма её овальная, длинная ось ориентирована в северо-западном направлении. В верхней части трубка имеет крутопадающие контакты, которые уже на глубине 100 м заметно выполаживаются, принимая дайкообразную форму на глубине 150 м. Рельеф трубки под осадками нижней юры неровный. В южной части наблюдается отчетливо выраженная возвышенность с превышением кимберлитов на 10–12 м над поверхностью вмещающих пород нижнего палеозоя. Перекрывающие трубку породы слагают своеобразную антиклинальную складку. Прорывает диатрема горизонтально залегающие терригенно-карбонатные отложения нижнего ордовика и кембрия. В северо-восточной части трубки под нижнеюрскими отложениями сохранилась древняя КВ кимберлитов мощностью 8–12 м, в глинистой части которой преобладает [3–5] монтмориллонит с примесью каолинита, гидрослюда, хлорита и серпентина. Из первичных минералов в выветрелом кимберлите встречены пироп, пикроильменит и хромит. Алмазность кимберлитов трубки исключительно высокая, причём в пределах плотного кимберлита она распределена относительно равномерно. В то же время содержание алмазов в КВ кимберлитов более, чем в 6 раз, выше по сравнению с плотной породой. Среди алмазов рассматриваемой диатремы преобладают [7] октаэдры (более 75%); более 6% составляют ромбододекаэдры и около 20% кристаллов комбинационные формы. Редко встре-

чаются кубические кристаллы. Подавляющее большинство зерен алмазов в плотных кимберлитах трубки относится к бесцветным разновидностям, в то время как в КВ этих же пород преобладают кристаллы, окрашенные в цвет морской волны, что может быть связано с постмагматическими изменениями минерала.

Недалеко от описанной диатремы находится кимберлитовая трубка Дачная, приуроченная к Параллельному разлому. Она перекрыта нижнеюрскими осадочными толщами мощностью 15–21 м. Рельеф под перекрывающими диатрему нижнеюрскими отложениями неровный, с превышением до 6 м. Размеры трубки на поверхности 120x100 м. Форма её близка к овалу, длинная ось которого ориентирована в северо-западном направлении. На глубине 105 м от поверхности площадь горизонтального сечения трубки уменьшается примерно в два раза. Самая верхняя часть представлена сильно измененной породой КВ, практически лишённой первичной материнской структуры. К этому же геолого-поисковому типу относятся диатремы Накынского кимберлитового поля, открытого в пределах СМАР, охватывающего территорию среднего течения р. Марха и верхнего течения р. Тюкян (левого притока р. Вилюй). Геолого-структурные особенности этого района определяются его приуроченностью к зоне сочленения кратонной и депрессионно-деструктивной областей центральной части СП [12].

Основными структурами кратонной области, в пределах которой открыты кимберлитовые трубки Ботуобинская, Нюрбинская и тело Майское, являются: на севере – южная оконечность Анабаро-Оленекской антеклизы, на северо-западе – Сюгджерская седловина и на юго-востоке – северная часть Вилюйской синеклизы. В качестве таксона этого поля рассматривается тектонический блок (20x30 км), разделённый в свою очередь разломами на два примерно одинаковых по площади блока. Последние ограничены относительно крупными зонами ортогональных разломов, которые хорошо выделяются по результатам интерпретации магнитного и гравитационного наземных полей, а также по аэромагнитным данным. Разломы имеют северо-восточное и северо-западное простирания. Первые из них являются более протяженными и прямолинейными, вторые – часто прерывистыми, в плане – дуго- и кулисообразными. Трубка Ботуобинская расположена [14] в истоках руч. Дьяхтар-Юрэгэ (левого притока р.Марха), в поле сплошного развития раннеюрских осадочных толщ (мощностью до 80 м), и относится к числу полностью погребённых кимберлитовых тел. Диатрема является сложным сдвоенным ким-

берлитовым телом, южная часть которого представляет собой дайкообразное образование северо-восточного простирания, а северо-восточная – имеет форму овала. К этой же геолого-поисковой обстановке относится кимберлитовая трубка Нюрбинская, расположенная в Накынском кимберлитовом поле в верховье руч. Дюлюнг-Оту (правый приток р.Накын), в 3,3 км к северо-востоку от трубки Ботуобинская и приурочена к осевой линии Дьяхтарского разлома. Трубка прорывает алевритисто-глинисто-карбонатные верхнекембрийские и нижнеордовикские отложения и перекрывается чехлом терригенных нижнесреднеюрских отложений (укугутская, тюнгская и сунтарская свиты) и дезинтегрированными продуктами КВ (Т₂₋₃) общей мощностью 55–60 м. Погребённая поверхность трубки неровная с небольшой выпуклостью вдоль юго-западного борта и чашеобразным углублением в центральной части. Для одного из таких участков трубки Нюрбинская установлен сложный структурно-тектонический план, поскольку на глубине 124–126,5 м в пределах юго-западного фланга выявлено жильное тело кимберлитов [14]. Вблизи юго-западного и восточного бортов вскрыты карстовые полости, заполненные делювиально-оползневыми образованиями (мощностью до 20–42 м) и обогащенные продуктами КВ кимберлитов.

В Далдыно-Алакитском алмазоносном районе ЯАП открыт ряд **кимберлитовых трубок, интродуцированных траппами без существенного перемещения отторгнутых блоков**. Примером таких модельных поисковых объектов являются кимберлитовые трубки Комсомольская, Ленинградская, Сытыканская, Краснопресненская и др. Хорошим и показательным модельным объектом такого поискового типа можно считать трубку Краснопресненская [14], открытую в верховье р.Алакит и приуроченную к юго-западному флангу центральной рудоконтролирующей зоны, вмещающей более трети всех известных диатрем в Алакит-Мархинском поле. С поверхности трубка полностью перекрыта терригенно-карбонатными толщами пермокарбона, туфогенными отложениями триаса и интродуцированными породами трапповой формации мощностью в среднем до 78 м. В плане под перекрывающими отложениями трубка имеет форму овала. В разрезе она представляет собой асимметричное воронкообразное тело с чётко выраженным раструбом в верхней части. Характерным структурным элементом одного из участков трубки Краснопресненская является установленное здесь компенсационное погружение над- и околотрубочного субстрата, связанное с воздействием на породы осадочного

чехла гидротермальных растворов и обусловившее формирование обширной мульды проседания, которые можно считать надежным поисковым признаком на погребенные кимберлиты. Погребенная поверхность трубки неровная, с чашеобразным углублением в её центральной части, заполненным кратерными отложениями. Существенную роль в формировании рельефа поверхности трубки сыграли внедрившиеся в позднепермское-раннетриасовое время секущие тела траппов, интродуцировавшие не только перекрывающие породы, но и саму трубку. В составе слагающих последнюю пород выделяются две основные разновидности кимберлитов: туфогенные образования и автолитовые кимберлитовые брекчии, различающиеся по генезису, составу и алмазности. Порфириновые кимберлиты встречаются в виде отдельных блоков. В верхней части трубки развиты породы кратерной фации.

Кимберлитовые трубки, интродуцированные траппами с отторжением и перемещением блоков кимберлитов, установлены в АМКП ЯКП. Здесь перемещения блоков осадочных пород нижнего и верхнего палеозоя отмечены как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Дальность таких перемещений зависит от морфологии трапповых тел и их мощности. Иногда по вертикали она сопоставима с полной мощностью силлов (до 180 м), а по горизонтали может составлять несколько сотен метров. Для материнских кимберлитовых пород, отчленённых и механически отторгнутых от трубок, обычно применяется [5] термин «кимберлитовый отторженец». В пределах АМКП установлены три крупных отторженца, материнскими породами для которых являются трубки Подтрапповая, Юбилейная и Алакитская. Блоки отторгнутых кимберлитов представляют пластобразные тела, размеры которых обусловлены разной мощностью внедрившихся трапповых силлов, определившей и разный характер смещения отторгнутых тел.

Протрузии кимберлитовых тел в верхнепалеозойские породы и траппы отмечены в некоторых алмазносных районах ЯКП (трубки Москвичка, Восток, Сытыканская и др.). Примером «диапиризма» в перекрывающие их терригенно-осадочные породы может служить трубка Москвичка в АМКП. Открыта трубка в 1956 г. по ИМК (пироп и пикроильменит) при прослеживании их ореола на поверхности траппового плато. Установлено [10–11], что между двумя жёсткими массивами (кимберлитовым телом и силлом долеритов) зажата пачка осадочных каменноугольно-пермских пород, слои которых располагаются вертикально по отно-

шению к современной поверхности. Вблизи контакта и непосредственно на самом контакте верхнепалеозойские отложения сильно разрушены и ожелезнены, а местами даже расланцованы. Мощность этой зоны колеблется от 0,5 до 2 м. В целом кимберлиты трубки Москвичка "проткнули" маломощную толщу верхнепалеозойских отложений с интродуцировавшим её трапповым силлом. На территории алмазносных районов СП открыты также кимберлитовые трубки с сохранившимися кратерными фациями, яркими представителями которых являются трубки Юбилейная, Краснопресненская, Айхал и др. Так, трубка Юбилейная прорывает толщу нижнепалеозойских субгоризонтально залегающих пород осадочного чехла кембрия, нижнего и среднего ордовика и нижнего силура. Она полностью перекрыта [1–3] эффузивно-терригенными образованиями верхнего палеозоя – нижнего мезозоя, интродуцированными межпластовыми телами долеритов. Мощность перекрывающих трубку обложений составляет в среднем 66 м, в том числе трапповых интрузий – от 0,5 до 33,9 м. Погребенная поверхность огромной (69 га) трубки неровная, относительное превышение северной её части над южной 44–48 м. Породы кратерной фации трубки Юбилейная представлены двумя толщами: верхней – осадочно-вулканогенной и нижней – туфогенной. В пределах верхних горизонтов чашеобразного расширения кратерной части преимущественное развитие имеют субгоризонтально залегающие осадочно-вулканогенные слабо литифицированные породы, слагающие почти полностью приповерхностную часть центрального рудного столба (до 85% площади трубки). Мощность их колеблется от нескольких метров в краевых участках «чаши» до 150 м в её центральной части.

Кимберлитовые трубки с взрывной камерой закрытого типа обнаружены в ДААР СП (трубки Одинцова, Рот-Фронт, Якутская, обособленные мелкие тела около трубки Удачная и др.). Такого типа диатремы не имеют обычного открытого подводящего канала, достигавшего соответствующей палеоповерхности, а поэтому представляют «полузакрытые» геологические образования. Так, кимберлитовая трубка Одинцова по форме приближается к дайкообразному телу, что связано с сопряженностью её с ослабленной тектонической зоной, существовавшей при внедрении кимберлитовой магмы. Диатрема приурочена к западному борту небольшого куполовидного поднятия, имеющего общую площадь в несколько квадратных километров и амплитуду порядка 30–45 м. Перекрыто тело взрывными карбонатными брек-

чиями, маломощными осадочными образованиями пермокарбона и интрузией долеритов мощностью до 80 м. Для трубки Одинцова характерно двухъярусное строение. Верхняя часть диатремы, получившая название «карбонатной шапки», представляет переработанный взрывными процессами кимберлитовмещающий субстрат (карбонатные породы низов нижнего силура), превращенный в разнообломочные карбонатные брекчии. Ниже «карбонатной шапки» залегает собственно кимберлитовое тело, для которого характерна общая удлиненность, наличие расширяющегося сверху раструба с размером по вертикали 140x150 м и быстрый переход с глубиной сначала в подводящий канал в виде дайкообразного тела, а затем в серию тонких субпараллельных жил.

Кимберлитовые трубки, перекрытые маломощными элювиальными или делювиальными отложениями, были открыты на СП на первых этапах прогнозно-поисковых работ. Яркими поисковыми объектами такого типа могут служить трубки Мир, Удачная и др. В зависимости от размеров кимберлитовых тел и особенностей их вещественного состава, как и геологического развития территории, такие диатремы могут по-разному выражаться и в геофизических полях и формировать ореолы рассеяния в различной степени измененного кимберлитового материала. Кимберлитовые трубки Мир и Удачная, характеризующиеся крупными размерами и высокими концентрациями ИМК, при размыве давали четко выраженные ореолы рассеяния, позволившие сравнительно легко направить геологов-исследователей на выявление материнских пород. Так, кимберлитовая трубка Мир вместе с трубкой Спутник [14] и системой даек приурочены к Параллельному глубинному разлому. Первая на поверхности имеет форму овала со слабым пережимом примерно в средней части. Размер её по длинной оси, ориентированной в северо-западном направлении – 490 м, по короткой – 320 м. До глубины 200 м трубка представляет типичную воронку, глубже (до 900 м) – цилиндрическое тело с незначительным сужением книзу, а затем (в 900–1000 м от поверхности) она переходит в серию подводящих даек. Трубка прорывает терригенно-карбонатные и галогенно-карбонатные породы ордовика и кембрия, два силла (на глубине 500 и 1100–1200 м с мощностью, соответственно, 12–34 и 70 м) и дайку диабазов позднедевонского возраста. Терригенно-карбонатные породы представлены известняками, доломитами, мергелями, алевролитами и их переходными разностями. Сверху КВ кимберлитов трубки перекрывали маломощные четвертичные отло-

жения. Верхние горизонты диатремы образовались [2–3,10] в результате трёхфазного внедрения кимберлитового расплава. КБ первой фазы слагают большую часть северо-западной половины трубки, в то время как аналогичные породы второй фазы на уровне современного эрозионного среза локализованы в её юго-западной части и инъецируют брекчии северо-западной половины диатремы. Кимберлитовые породы третьей фазы формируют на юго-востоке трубки вытянутое в северо-западном направлении дайковидное тело размером 30x120 м. Контакты этого тела с вмещающими кимберлитовыми брекчиями – секущие, а в самой зоне контакта широко развита сульфидная минерализация. В 131 м на северо-восток от трубки Мир открыта трубка Спутник, размером в плане 140x90 м. По степени выветрелости и постмагматического изменения среди кимберлитовых пород трубки выделяется несколько разновидностей. Кимберлиты трубки Мир богаты ИМК и алмазами. С учетом большого эрозионного среза верхних частей месторождения (по разным исследованиям до 350–400 м) отдельные разности древних осадочных толщ верхнего палеозоя, мезозоя и современные отложения МКП содержат повышенные концентрации ИМК, а иногда и самих алмазов.

Заключение

Таким образом, несмотря на индивидуальность различных геолого-поисковых обстановок, а также каждого кимберлитового тела, между ними существует много общего, что позволило создать обобщенную модель алмазносной трубки ЯКП, в которой нашли отражение как переход вертикального канала диатремы в подводящую дайку, так и особенности взаимоотношения этих объектов с древними (девонскими) и более молодыми (пермотриасовыми) траппами, т.е. проследить характер сопряженности системы тел: главная трубка – спутник – подводящая и дотрубочная дайки. На разведанную глубину трубок вмещающими её породами являются терригенно-карбонатные образования нижнего силура, нижнего, среднего и верхнего кембрия, представленные известняками, доломитами, мергелями, алевролитами и промежуточными разностями этих пород. В южной части СП (Мирнинское кимберлитовое поле) в значительном объеме разреза вмещающих трубки пород развиты пласты и линзы каменной соли. Особенно высокое содержание последних установлено в нижнекембрийских отложениях на глубине 900–1200 м. Довольно часто встречаются также прослой и линзы гипса и ангидрита. В МБАР ряд кимберлитовых тел перекрыт нижнеюрскими осадочными толщами (песчани-

ками, алевролитами, слабо сцементированными гравийными и галечными образованиями), современная мощность которых колеблется от первых метров до 20 м. В отличие от этого, севернее СП в ДААР над частью кимберлитовых тел залегают терригенные пермско-каменноугольные образования мощностью от первых метров до 100 м и более, представляющие сложное чередование алевролитов, песчаников, глинистых и углисто-глинистых сланцев, гравелитов и конгломератов. Верхнепалеозойский комплекс осадочных и вулканогенно-осадочных пород интродуцирован многочисленными пластовыми и секущими телами траппов.

В диатремовых кимберлитовых структурах выделяются (сверху вниз): а) раструб, венчающийся у незэродированных аппаратов кольцевым валом; б) вулканический (вертикальный) канал и в) корневая часть – подводный канал в виде дайкового тела. Каждая из этих частей кимберлитовых трубок сложена породами, имеющими определенные минералогические и текстурно-структурные особенности. Существенные закономерности в смене пород создают своеобразную вертикальную зональность коренных месторождений алмазов на каждой конкретной древней платформе. На СП ксенолиты кимберлитовых трубок делятся на четыре группы: а) осадочные породы платформенного чехла, являющиеся вмещающими для диатрем; б) изверженные – траппы, внедрившиеся в осадочный чехол до образования диатрем; в) метаморфические, слагающие фундамент платформы; г) глубинные, преимущественно мантийного происхождения. Содержание ИМК (пироп, пикроильменит и хромшпинелидов) на глубоких уровнях их залегания выше, чем в самых верхних частях, хотя в различных трубках оно неодинаково. В верхних частях диатрем наиболее полных разрезов для осадочно-вулканогенных пород характерны выделения вторичных минералов в виде крупных жил, жеод, гнезд и пр. В туфах и верхних горизонтах брекчий встречаются скопления крупных друз и прожилков кварца (в основном аметиста), кальцита и магнетита. Степень карбонатизации кимберлитов (как и в целом, развития вторичных минералов) с глубиной значительно снижается. Существенное влияние на направленность и интенсивность развития вторичной минерализации в кимберлитах региона имеют состав и характер вмещающих трубки пород. Приведенные краткие сведения по геологическому строению и вещественному составу кимберлитов и вмещающих их пород СП показывают сложность геолого-структурных обстановок, которые необходимо учитывать при проведении прогнозно-

поисковых работ на алмазы. Нередко поиски кимберлитовых диатрем представляют собой сложную задачу, особенно в случае отсутствия на таких участках продуктов дезинтеграции этих пород, что снижает результативность применяемого шлихоминералогического метода. Существенно снижается и результативность геофизических методов поисков в случаях низкой намагниченности пород, слагающих диатремы, или перекрытия их мощными толщами магматических или осадочных пород. Надёжным критерием при поисках таких диатрем может служить комплексное изучение структурно-текстурных особенностей и вещественного состава пород как вмещающего субстрата, так и самих диатрем и перекрывающих их отложений, особенно в случае образования в них алмазных россыпей. Особое внимание при этом следует уделять диагностике и определению типоморфных особенностей как первичных, так и вторичных минералов кимберлитов, учитывая при этом, что основная часть последних малоустойчива в процессе их транспортировки в водной среде, но даже при существенном изменении указывает на близкие расстояния перемещения от областей размыва.

Важнейшая поисковая информация получается при изучении типоморфных особенностей самих алмазов и их парагенетических ассоциаций, характерных для конкретных кимберлитовых полей и диатрем. Пределами конкретных алмазоносных районов ограничиваются обычно распространения отдельных ассоциаций минералов в древних и современных осадочных образованиях. Анализом распределения по площади и в разрезе типоморфных особенностей минералов и их парагенетических ассоциаций можно решать задачи определения источников их сноса в разновозрастные верхнепалеозойские и мезозойские отложения алмазоперспективных территорий. Особо следует отметить полигенность минералогических ассоциаций алмазов из разновозрастных россыпей в пределах отдельных алмазоносных районов (особенно МБАР и СМАР) с широким проявлением россыпной алмазоносности, достигающей иногда промышленной концентрации. Локальный прогноз их коренных источников возможен при более крупномасштабных исследованиях с использованием электронной базы данных с геологической привязкой, с привлечением и анализом всех имеющихся литолого-минералогических материалов по этим территориям. Внимание надо обращать на возможность развития в верхних горизонтах кимберлитовых диатрем продуктов древних КВ, существенно меняющих

петрофизические свойства исходных пород, что затрудняет поиски трубок с применением геофизических методов. На примере комплексного изучения диатрем Накынского поля подчеркнута важность задач по совершенствованию методики прогнозирования и поисков немагнитных кимберлитовых диатрем, особенно перекрытых другими магматическими и осадочными породами. Наиболее уверенно и четко определять приуроченность отторженцев к материнским телам возможно на основании сопоставления их вещественного состава (петрологических и минералогических особенностей).

Литература

1. Бобриевич А.П., Илупин И.П., Козлов И.Т. и др. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. М.: Недра, 1964. 190 с.
2. Борис Е.И., Францессон Е.В. О закономерностях размещения кимберлитовых тел в Мало-Ботуобинском районе (Западная Якутия) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1992. №5. С.68–76.
3. Ваганов В.И. Алмазные месторождения России и Мира (Основы прогнозирования). М.: Геоинформмарк, 2000. 371 с.
4. Василенко В.Б., Зинчук Н.Н., Кузнецова Л.Г. Петрохимические модели алмазных месторождений Якутии. Новосибирск: Наука, 1997. 568 с.
5. Зинчук Н.Н. Коры выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы (в

связи с проблемой поисков и разработки алмазных месторождений). Новосибирск: НГУ, 1994. 240 с.

6. Зинчук Н.Н., Алябьев С.Г., Банзерук В.И. и др. Геология, вещественный состав и алмазность кимберлитов Накынского поля Якутии (геологи к 50-летию юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России). Воронеж: ВГУ, 2005. С.807–824.

7. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003. 603 с.

8. Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Тектоника и алмазоносный магматизм. Воронеж: ВГУ, 2004. 426 с.

9. Зинчук Н.Н., Спецус З.В., Зуенко В.В., Зуев В.М. Кимберлитовая трубка Удачная (вещественный состав и условия формирования). Новосибирск: НГУ, 1993. 147 с.

10. Милашев В.А. Кимберлиты и глубинная геология. Л.: Недра, 1990. 167 с.

11. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.

12. Розен О.М., Манаков А.В., Зинчук Н.Н. Сибирский кратон: формирование, алмазность. М.: Научный мир, 2006. 212 с.

13. Францессон Е.В. Петрология кимберлитов. М.: Недра, 1968. 199 с.

14. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов Мира. М.: Недра, 1998. 556 с.

Поступила в редакцию 26.05.2016

УДК 551.7:550.838.5:551.2

Петромагнитный мониторинг кимберлитов трубки Нюрбинская (Якутская алмазоносная провинция)

А.А. Яковлев*, К.М. Константинов*, **, Ш.З. Ибрагимов***, И.К. Константинов**,
Т.А. Антонова*, Е.В. Артемова*, Р.В. Монхоров*

*Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный

**Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск,

***Казанский федеральный университет, г. Казань

Начиная с 2002 г. на месторождении алмазов трубки Нюрбинская Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) ведутся петро- и палеомагнитные исследования кимберлитов накынского интрузивного

ЯКОВЛЕВ Андрей Андреевич – м.н.с., Yandrey1989@mail.ru; КОНСТАНТИНОВ Константин Михайлович – д.г.-м.н., зав. лаб., KonstantinovKM@alrosa.ru; ИБРАГИМОВ Шамиль Зафирович – к.г.-м.н., доцент, shamil.ibragimov@ksu.ru; КОНСТАНТИНОВ Иннокентий Константинович – ст. лаборант, geologiaforever@mail.ru; АНТОНОВА Татьяна Анатольевна – н.с., AntonovaTA@alrosa.ru; АРТЕМОВА Елена Владимировна – инженер, ArtemovaEV@alrosa.ru; МОНХОРОВ Ричард Владимирович – инженер, MonhorovRV@alrosa.ru.