

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВОЙ СИТУАЦИИ В КИМБЕРЛИТОВОЙ ПРОВИНЦИИ ЛУНДА (АНГОЛА)

В. Т. Подвысоцкий<sup>1</sup>, Тинга М. Вунда<sup>2</sup>, А. С. Иванов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Житомирский государственный технологический университет, Украина

<sup>2</sup>Горно-рудное общество (ГРО) «Катока», Ангола

<sup>3</sup>Акционерная компания «АПРОСА», Россия -

Поступила в редакцию 15 июня 2015 г.

**Аннотация:** в статье освещены результаты полевых исследований особенностей геолого-поисковой ситуации в высокоалмазоносной провинции Лунда Анголы, где локализованы богатые коренные и россыпные месторождения алмазов. Впервые описаны неизвестные ранее для данного региона пикритовые порфириды и щелочные базальтоиды трубочных фаций, выявленные при заверке локальных кимберлитоперспективных магнитных аномалий. Охарактеризованы терригенные формации, вмещающие россыпи и ореолы рассеяния индикаторных минералов кимберлитов. Рассмотрены особенности шлихового опробования в различных геолого-геоморфологических ситуациях. Определена информативность индикаторных минералов кимберлитов из различных фациальных, генетических и возрастных типов отложений.

**Ключевые слова:** алмазы, северо-восток Анголы, кимберлиты, шлихоминералогические поиски.

### THE FEATURES OF THE GEOLOGICAL SURVEYANCE SITUATION IN THE KIMBERLITE PROVINCE LUNDA (ANGOLA)

**Abstract:** there are results of the field investigations of the feature geological surveyance situation in the high diamondiferous province Lunda, Angola where the rich basement and gravel diamond deposits are localized. The unknown before for this region picrite porphyry and the pipe facies alkali basalts are described for the first time. They are found in the certificating of the local kimberlite-prospective magnetic anomalies. Terrigenous formations include the placers and the diffuse halos of the kimberlite indicated minerals. The formations are characterized. The features of the schlich sampling in the different geology-geomorphological situations are considered. The informativeness is estimated for the kimberlite indicated minerals from the different facies, genetic and age deposits.

**Key words:** diamonds, north-east Angola, kimberlite, schlich-mineralogical syrveying.

#### Введение

Геолого-экономический таксон – алмазоносная провинция Лунда охватывает две административные единицы северо-востока Анголы – Лунда-Норте с административным центром г. Лукапа и Лунда-Сул с центром г. Сауримо. Данная территория характеризуется широким распространением коренных и россыпных месторождений и проявлений алмазов, которые, располагаясь в пределах кратона Касаи, приурочены к зоне региональных разломов Лукапа [1, 2, 3], (рис. 1). В пределах региона выявлено около 70 кимберлитовых тел, объединенных в четыре алмазоносных районов – Катока, Камачия, Камутуе и Камафука. Кимберлитовмещающей средой служат архейские гранито-гнейсы, обнажающиеся в долинах крупных рек, а перекрывающими и россыпеммещающими отложениями являются меловые и более молодые терригенные образования – свиты Калонда и Калахари, а также четвертичные образования. Породы свиты Калонда формировались непосредственно после внедрения кимберлитов и являются, совместно с четвертичными отложениями, основными источниками россыпных алмазов.

Авторами данного сообщения полевые работы проводились под эгидой ОАО «Зарубежгеология» на концессионных площадях компании ВНР Billiton (ATS) вблизи реки Чикапа между кимберлитовыми полями Катока и Камачия в 2007 году. Методика алмазописковых работ включала два направления исследований – геологопоисковые маршруты со шлиховым опробованием водотоков и заверка геофизических аномалий трубочного типа, выявленных в результате проведения компанией аэромагнитной съемки масштаба 1:25 000.

При шлихоминералогическом методе поисков алмазных месторождений основными объектами опробования и изучения являются, как известно, послекимберлитовые терригенные образования, вмещающие ореолы рассеяния МСА и россыпи алмазов. Основными объектами опробования и изучения являлись четвертичные аллювиальные отложения больших и малых водотоков. Более древние осадочные коллекторы алмазов, известные в регионе, отложения свит Калонда и Калахари, изучались эпизодически только в участках их выходов на поверхность в долинах крупных рек.

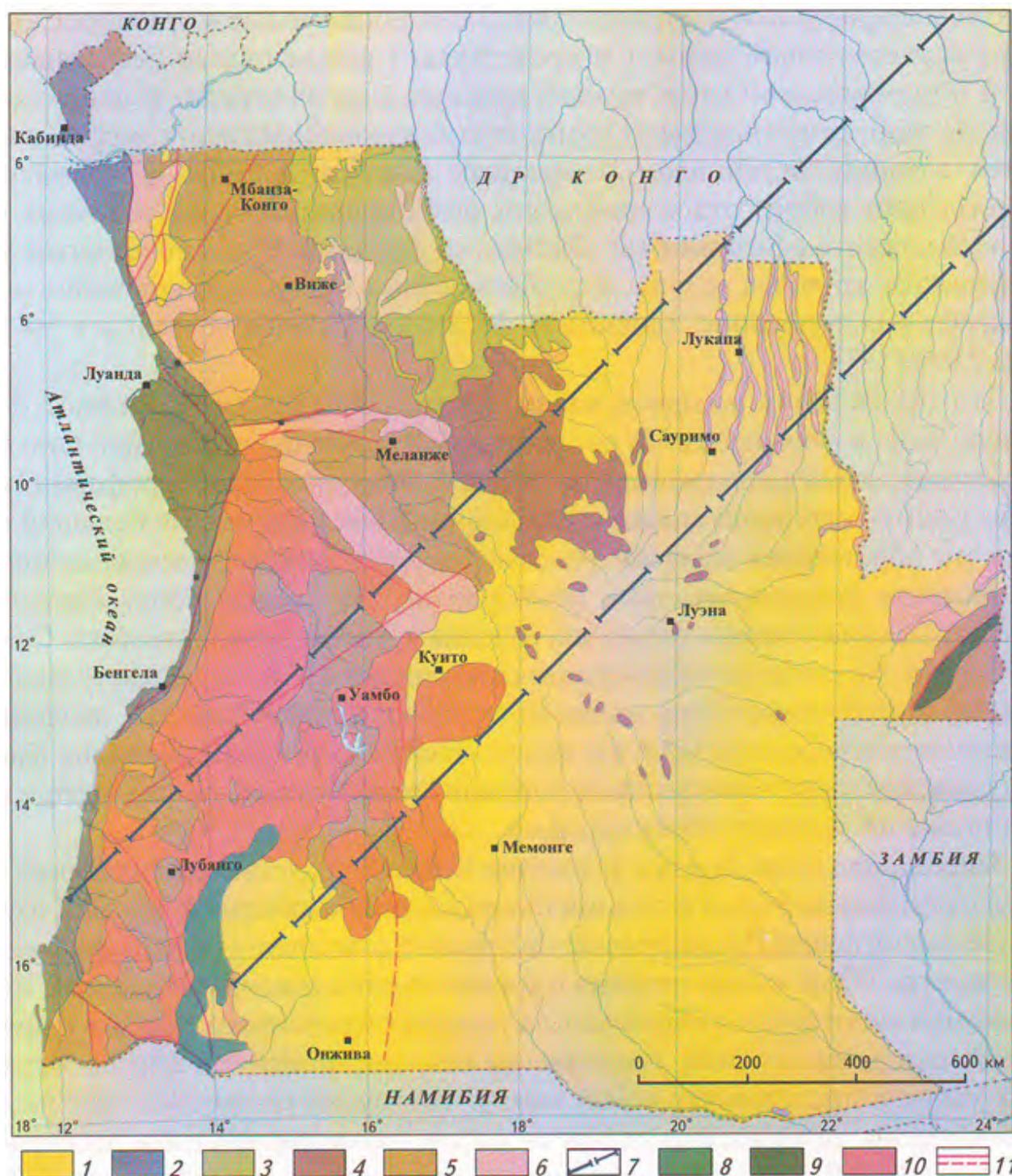


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Анголы (по [1]). Условные обозначения: 1 – четвертичные-палеогеновые континентальные отложения – пески, алевриты (формация Калахари); 2 – четвертичные-меловые морские отложения объединенные; 3 – верхний мел, континентальные отложения временных водотоков – песчаники, конгломераты (формация Калонда); 4 – каменно-угольная-триасовая система, песчаники, аргиллиты, алевролиты (формация Карру); 5 – протерозой, метаморфизованные осадочно-вулканогенные образования; 6 – архей, метаморфические породы фундамента платформы; 7-10 – магматические образования: 7 – область распространения щелочно-ультраосновных пород позднемелового возраста (кимберлиты, карбонатиты, щелочные базальтоиды); 8 – интрузивные образования основного состава мезозойского возраста; 9 – интрузивные породы среднего-кислого состава протерозойского возраста; 10 – интрузивные образования основного состава протерозойского возраста; 11 – крупные разрывные нарушения.

Места отбора проб выбиралось как с учетом морфологических особенностей долин водотоков, так и с учетом элементов русла в частях с благоприятными

условиями для концентрации минералов тяжелой фракции. Объем проб составлял не менее 100 л, в наиболее интересных местах пробы отбирались объемом

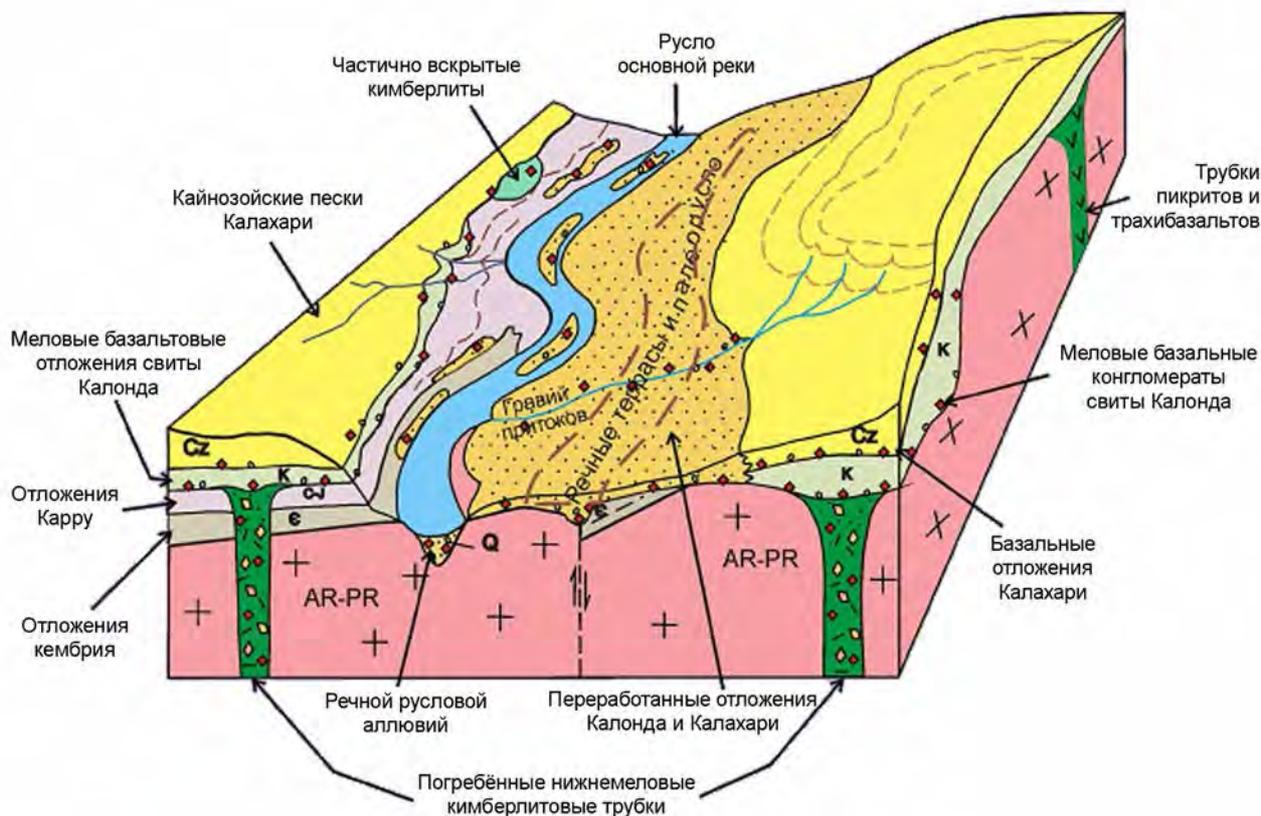


Рис. 2. Блок-диаграмма, демонстрирующая пространственные и временные взаимоотношения пород. Красные ромбики – алмазы.

150–200 л. Отмывался исходный материал комплектом круглых сит бразильского типа с размерами ячеек 4, 2, 1 и 0,5 мм. Фракция +4мм просматривалась и отбрасывалась, а концентрат классов -4+2, -2+1 и -1+0,5 мм отбирались в пробные мешки.

В процессе маршрутных исследований опробовался не только русловой аллювий, но и долинный комплекс отложений по выработкам старателей, так как вскрытые ими базальные галечники в поймах и на террасах во многих случаях являлись более информативными, чем русловые, особенно в случаях, если качественно опробовать аллювий не представлялось возможным. В связи с тем, что проходка горных выработок при проведении минералогического опробования не предусматривалась, то наработанные гаримпейрос-галечники в ряде случаев давали возможность более однозначно оценивать ситуацию. Именно благодаря опробованию прируслового и террасового галечника такого типа была обнаружена кимберлитовая трубка, а также локализован участок, где впоследствии в делювии найдены обломки и валуны кимберлитов.

Кроме минералогических исследований проводилось полевое изучение и описание выявленных в процессе работ кимберлитов, а также пикритов и субщелочных базитовых пород, вскрытых на некоторых геофизических аномалиях при их заверке. В данном сообщении приводятся первые сведения о кимберлитах концессионной площади, обнаруженных в процессе проведения работ, а также ранее неизвестных

здесь вулканитов серии пикритов и субщелочных базальтоидов.

Пространственные и временные взаимоотношения магматических и осадочных образований региона приводятся на рисунке 2.

#### Кимберлиты и родственные им породы

На территории концессии до начала полевых работ было известно о наличии здесь кимберлитовой трубки Ndumba, некоторые сведения о которой имеются в отчете португальских геологов. Сообщений о присутствии в данном алмазоносном регионе родственных кимберлитам пород типа пикритов или щелочных базальтоидов, не поступало.

**Кимберлиты.** Одна кимберлитовая трубка была выявлена по «дорожке» индикаторных минералов и разбурена до глубины 220 м. Представлены породы преимущественно одной разновидностью – среднеобломочной кимберлитовой брекчией. Лишь в интервале 21,5 – 47,5 метров отмечаются участки мелкопорфирового до афирового кимберлита с хорошо проявленной первично магматической полосчатостью. Резких контактов с брекчией нет, переходы постепенные. Здесь же, в этом интервале, в брекчии встречаются обломки порфирового кимберлита (более ранняя фаза внедрения) размером от нескольких сантиметров до 25–30 см. Автолитовые образования в брекчии отсутствуют. Обломочный материал представлен ксенолитами вмещающих пород фундамента (гранито-гнейсы, амфиболиты, глиммериты). Родственные включения в

брекчии однотипные, представлены, главным образом, мантийными лерцолитами с сохранившимися реликтами хромдиопсида и пиропы. Встречаются они довольно редко, размеры до 5 см. На глубине 173 и 203 метров встречены совершенно свежие мантийные включения гранатовых лерцолитов, в которых полностью сохранились первичные минералы – хромдиопсид, ромбический пироксен, пироп и флогопит.

Очень характерным для описываемых кимберлитов является необычно высокие содержания МСА, которыми усеян керн. Это пикроильменит, пироп и хромдиопсид (по мере убывания содержания). Первые два минерала встречаются в виде желвачков размером до 1,0–1,5 см. Пиропы различных цветовых разновидностей, нередко в келифитовых тонких каймах, пикроильменит монокристаллического и агрегатного строения. Содержания флогопита от умеренных до несколько повышенных. Реликтов оливина визуально не отмечается, серпентиновые псевдоморфозы по нему округло-овальной формы. Гидротермальная прожилковая минерализация развита в кимберлитах довольно слабо. Цвет породы голубовато-зеленоватосерый.

**Пикриты и трахибазальты.** При заверке аэромагнитной аномалии DAM 003 были вскрыты породы, которые первоначально диагностировались как кимберлиты. Это темные плотные крепкие породы афировой и мелкопорфировой (псевдоморфозы по оливину) структуры с содержанием ксенолитов гранито-гнейсов порядка 5–8 объемных процентов. Однако при более внимательном изучении керна скважины и образцов в протолочках и под бинокулярным микроскопом оказалось, что эти породы не являются кимберлитами, а относятся к серии пикритовых порфиритов по аналогии с таковыми севера Якутской алмазоносной провинции [4]. Аргументы для такого утверждения следующие.

- полное отсутствие минералов-спутников алмаза;
- отсутствие глубинных мантийных включений;
- слюды-флогопита, даже отдельных чешуек, не отмечается ни во вкрапленниках, ни в основной массе;
- оливин в породе (псевдоморфозы серпентина по нему) характеризуется наличием кристаллографической огранки, что характерно для пикритов, крупных овальных вкрапленников 1-й генерации, преобладающих в кимберлитах, очень мало (рис. 3);
- магнетит присутствует, судя по протолочке, в виде крупных, дендритовидных и шлаковидных зерен, что не характерно для кимберлитов. Содержания магнетита существенные, с этим и связана, видимо, магнитная аномалия. Кимберлиты во многих случаях создают магнитную аномалию не только за счет наличия пылевидного и прожилкового магнетита, но и за счет ферримагнитного пикроильменита.

Как известно, на древних платформах и щитах, по крайней мере в Якутской алмазоносной провинции, среди кимберлитов и родственных им пород выделяется несколько фаций пород по глубинам формирования расплавов в мантии (по мере уменьшения глубины зарождения): алмаз-пироповая, пироповая и пик-

ритовая. Все они в форме трубок присутствуют в пределах алмазоносных районов. Промышленные месторождения алмазов связаны только с кимберлитами алмаз-пироповой фации глубинности, в кимберлитах пироповой фации алмазы, как и пиропы алмазной ассоциации, очень редки. К пикритовой фации глубинности относятся пикритовые порфириты, в которых пиропы отсутствуют, но появляются пироксены [5]. Выделяются также породы еще одной фации – щелочно-полевошпатовой, наименее глубинной из описываемых, куда относятся субщелочные базальты, или трахибазальты, залегающие в форме трубок в алмазоносных районах (например, Якутской алмазоносной провинции, Архангельской и др.).

Такие образования вскрыты на шести аномалиях концессионной площади.

Детальное описание субщелочных базальтоидов дается на примере аномалии ПТЕ 006. Здесь до глубины 79,0 м вскрыты породы, которые по результатам полевых и петрографических (ЮАР) исследований определены как трахитовые микродиабазы (трахибазальты). Они в верхней части интенсивно выветрелые и перекрыты латеритами свиты Калахари мощностью около 14 м. Породы характеризуются буровато-коричневой окраской за счет высоких содержаний калиевого полевого шпата-микроклина, частично в результате окисления магнетита. Структура мелко- и микрокристаллическая, однородная, текстура массивная. В основной массе, кроме полевых шпатов, карбонатов, присутствует обильный пылеватый магнетит, который явно и обусловил повышенную магнитность пород и появление аномалии. Характерным для описываемых пород является их интенсивное гидротермально-метасоматическое преобразование, степень проявления которого с глубиной уменьшается. Послемагматическая переработка описываемых пород выражается как в развитии вторичной серпентин-карбонат-хлоритовой минерализации по хаотично расположенным зонам породы, так и в образовании гидротермальных прожилков, сложенных серпентином, кальцитом и хлоритом в тех или иных сочетаниях.

Особенно высокая интенсивность метасоматической проработки отмечается в верхней части разреза, в результате чего образовалась как бы брекчиевая текстура породы. Размеры прожилков от долей до нескольких десятков миллиметров, они, как правило, пересекают измененные зоны породы, т.е. гидротермально-метасоматическое преобразование пород осуществлялось в несколько стадий. На отдельных интервалах участки полной хлоритизации породы достигают мощности 0,2 – 0,3 м. В керне описываемой скважины кое-где наблюдаются зеркала скольжения, подчеркиваемые серпентин-хлоритовым агрегатом, что свидетельствует о некоторых подвижках блоков пород. Интересно, что в интервале 50,2 – 53,1 м отмечается крупный ксенолит гранито-гнейсов, что может свидетельствовать об эксплозивном внедрении базальтов (рис. 4). В целом рассматриваемые трахибазальты, как можно судить по керну, характеризуются довольно высокой плотностью, что более характерно

для базитовых и ультрабазитовых, а не кимберлитовых пород, с глубиной она увеличивается. Скважина закончена на глубине 79,0 м, из описываемых пород она не вышла, признаков приближения к каким-то контактам не наблюдается.

Рассматриваемые породы, судя по всем признакам, залегают среди вмещающих пород в виде трубок. Об этом могут свидетельствовать, прежде всего, как характер аномалий (локальные изометричные), так и интенсивное развитие гидротермально-метасоматической минерализации, что характерно как для базитовых, так и кимберлитовых диатрем. Наиболее интенсивное проявление гидротермально-метасоматических процессов в верхних частях диатрем объясняется более высокой флюидонасыщенностью верхних, головных уровней магматических колонн при заполнении трубчатых структур. В данном контексте определенную аналогию можно провести с подобными объектами других регионов. Как известно, для промышленных железорудных диатрем Ангаро-Илимского типа Сибири характерными являются серпентин-кальцит-хлорит-магнетитовые руды [6].



Рис. 3. Структура пикритов под бинокулярным микроскопом.



Рис. 4. Гидротермально-метасоматически измененные базальты с крупным ксенолитом гранито-гнейсов фундамента.

В алмазоносных районах Якутии, среди базитовых пород, залегающих в земной коре в форме трубок рядом с кимберлитовыми диатремами, лишь незначительная их часть относится к толеитовым разновидностям, основное их количество принадлежит к субщелочному ряду [7]. Признаки повышенной щелочности описываемых пород аномалий, высокие содержания калиевого полевого шпата, свидетельствуют о повы-

шенной глубине зарождения их расплава в мантии и, следовательно, они приурочены, скорее всего, к тем же блокам литосферы и тем же тектоническим структурам, что и кимберлиты данного региона.

Все многочисленные кимберлитовые проявления Анголы приурочены к «коридору» Лукапа, однако промышленные кимберлиты известны пока только в провинции Лунда, где структура Лукапа пересекает

кратон Касаи [1]. Меридиональное расположение известных кимберлитовых тел может быть связано как с более простыми условиями обнаружения трубок в пределах глубоко врезанных, до цоколя, долин, так и с заложением долин крупных рек по субмеридиональным зонам разломов, контролирующим размещение кимберлитов. Видимо имеет место и то, и другое, так как большинство аномалий на концессиях, выявленных в результате аэромагнитной съемки специалистами ВНР Billiton, тяготеют к долине р. Чикапа.

### **Терригенные формации, вмещающие россыпи алмазов и ореолы рассеяния МСА**

**Свита Калонда** является наиболее древней терригенной алмазоносной формацией. Породы свиты Калонда как правило залегают в различного рода понижениях древнего рельефа и по происхождению относятся к эоловым, речным и озерным отложениям. Они распространены в долинах рек Чикапа, Луашимо, Сомбо, Чиюмбе. Отложения свиты образовались непосредственно после внедрения кимберлитов в возрастном диапазоне от апта до турона [3, 8]. Толща содержит горизонты алмазоносных конгломератов и является, совместно с четвертичными отложениями, главным источником россыпных алмазов Анголы.

Разрез свиты начинается с полимиктовых конгломератов, мощностью 1,0–5,0 м, на которых залегают косослоистые кварц-полевошпатовые фиолетовые песчаники с линзовидными прослоями красных аргиллитов и межформационных конгломератов с алмазами. Конгломераты представляют собой «отложения сухих рек», образованные в условиях пустынного климата с редкими, но обильными дождями.

Завершается разрез красноцветными аргиллитами, образующими иногда переслаивания с тонкозернистыми песками. Внутри свиты отмечаются многочисленные локальные несогласия. Мощность свиты до 60 м. Обломочный материал отложений свиты – континентальный, с признаками незначительной его транспортировки и эоловой обработки [1, 2]. В непосредственной близости от кимберлитов присутствуют индикаторные минералы: пироп, пикроильменит, хромдиопсид, а также иногда обломки кимберлитов [8]. Отложения свиты Калонда являются очень информативным древним коллектором, который можно использовать для регионального прогноза.

**Свита Калахари [1–3, 8].** Континентальные отложения свиты занимают, в основном, водораздельные пространства, реже, вскрываются в верховьях левых и правых притоков основных водотоков. Залегают с размывом на подстилающих породах. Мощность отложений серии Калахари составляет 50–150 м. В составе серии выделяются нижняя свита «полиморфные песчаники» (эоцен-миоцен) и верхняя свита «охристые пески» (миоцен-плиоцен).

Свита «полиморфные песчаники» серии Калахари установлена в долинах и на водоразделах рек Луэле, Чикапа, Луо, Луашимо, Сомбо и Чиюмбе. Она объединяет в различной степени литифицированные пески и песчаники белого, желтого, фиолетового и красного

цвета. Песчаники от тонко- до крупнозернистых, существенно кварцевые по составу. В основании разреза – грубообломочные отложения с халцедоном, обломками латеритов, агатами. Базальные конгломераты алмазоносные. Они обычно светло-фиолетового или желтого цвета, состоят из окатанных или полуокатанных обломков кварца и халцедона в аморфнокремнистом, либо халцедоновом цементе.

Свита «охристые пески» серии Калахари имеет площадное распространение. Отложения свиты установлены в пределах всей площади концессии. Свита сложена тонкими кварцевыми песками со значительным содержанием глины и гидроокислов железа. Снизу вверх по разрезу типичный охристый цвет пород меняется от красного до желтого. В песках кроме кварца отмечаются зерна циркона, рутила, турмалина, ставролита, кианита. Переход от подстилающих «полиморфных песчаников» отчетливый и выражен сменной литифицированных пород «россыпчатыми». На отдельных участках в основании свиты залегают маломощные конгломераты с мелкой галькой кварца, халцедона, с обломками песчаников серии Карру. Информативность отложений свиты Калахари в прогнозно-поисковом отношении низкая.

### **Четвертичные речные отложения**

#### **Типы речных долин в участках опробования**

Шлиховым опробованием охвачены долины рек и ручьев разного порядка, среди которых по гидродинамическому режиму можно выделить две группы: долины рек третьего и более высокого порядков и долины ручьев первого и второго порядков. В пределах концессии долины наиболее крупных рек имеют следующие основные особенности:

а) в целом субмеридиональное простирание с направлением течения рек с юга на север;

б) поперечный профиль характеризуется асимметричным строением с крутым западным и более пологим восточным склонами, что хорошо объясняется силами Кариолиса. В пределах долин рек третьего и более высокого порядков выделяются следующие геоморфологические элементы: русло, пойма, террасовый комплекс и коренной склон.

Между долинами крупных рек развиты плоские плато с абсолютными отметками 900–1050 м. Их относительные превышения над днищами долин составляют 150–200 м.

Необходимо отметить, что бассейн р. Чикапа, в непосредственной близости от которой располагается концессионная площадь, резко отличается от других крупных рек района работ гораздо более сильной горизонтальной и вертикальной расчлененностью рельефа, резкими коленообразными изгибами русла реки. Это объясняется, видимо, заложением ее долины в пределах зоны древних разломов, а также относительно более выраженными неотектоническими движениями.

Как показали наблюдения в долинах относительно крупных рек можно выделить два комплекса галечников – **собственно долинный и склоновый**. К доли-

ному комплексу относятся галечники русла и современной поймы, к склоновому – галечники террас, переработанные на отдельных участках пролювиально-делювиальными процессами. Соответственно и россыпи алмазов и ореолы рассеяния минералов-спутников алмаза (МСА) делятся на долинные и склоновые. Россыпи алмазов, приуроченные к данным типам комплексов галечников, по имеющимся сведениям, заметно различаются по целому ряду параметров, а именно, содержаниям, качеству алмазов и т.д., а МСА – степени информативности.

Галечники долинного комплекса имеют светлую, белесую окраску, склонового – рыжую. Переход от белых галечников к рыжим постепенный и происходит он примерно на уровне 1-й надпойменной террасы (рис. 5). Белые галечники, по сравнению с рыжими, более молодые, в светлый цвет они окрашены каолином из коры выветривания гранито-гнейсов. Рыжие галечники принимают участие в строении более древних террас, в связи с последующей латеритизацией они приобрели рыжую окраску. Так как оба комплекса галечников относятся в принципе к одному генетическому типу, существенных различий среди них по литолого-минералогическому составу не наблюдается. Крупнообломочный материал представлен хорошо окатанными гальками и гравием кварца, кремней, агатов, в приплотиковых частях с обломка-

ми в той или иной степени выветрелых пород цоколя. Цвет гравийно-галечного материала соответственно светлый и рыжий. Минералогические ассоциации однотипные. Основной объем тяжелой фракции составляют всего 3–4 минерала – это ставролит, ильменит, магнетит и дистен. По относительному количеству этих минералов шлихо-минералогическую ассоциацию можно определить как магнетит-ильменит-ставролитовую с дистеном. Очень редко встречаются альмандин, турмалин, циркон, эпидот. Магнетит присутствует в основном в фракции <math>-0,5\text{мм}</math>. Среди ильменитов выделяются базитовые и метаморфические разновидности. Для них характерны пластинчатость, вrostки нерудных минералов, ступенеобразные формы. От данной группы ильменитов пикроильмениты можно отличить в лотке при промывке, с той или иной степенью достоверности, по наличию реликтов первичных наждачных поверхностей, раковистому сколу, форме и шелковистому отблеску на окатанных зернах. Ставролит присутствует, как и ильменит, во всех фракциях, характеризуется широкой цветовой гаммой – от светло-оранжевого, через более темные оттенки, до черного. Дистен отмечается в виде щепкообразных зерен, как прозрачных, так и окрашенных в голубые, серые до темно-серых тона. Также содержит включения рудных минералов, обилие которых может окрашивать зерна в черный цвет.



Рис. 5. Белые и рыжие галечники в долине реки Чикапа. Белые галечники в пойме постепенно переходят в рыжие галечники террасы, выработки старателей.

#### **Особенности шлихового опробования в различных типах ситуаций**

В каждом конкретном случае условия опробования речных отложений довольно резко различались. В зависимости, видимо, от неотектонического режима каждого конкретного участка существовали условия, когда пробу можно было отобрать, либо с приплотиковой части, либо с галечника с неизвестного по отношению к плотнику уровня, либо песка или невозможностью вообще отобрать пробу в запланированной точке. Естественно, что качество отобранных

проб и их информативность резко различаются. Основные типы ситуаций по условиям опробования показаны на рисунке 6. При незначительной мощности галечников пробы отбирались из приплотиковой части, в этом случае изучался и характер плотика. В ряде ситуаций мощности галечников, песка, иногда ила были значительными, в связи с этим выявлялись выработки старателей в прирусловых частях водотоков и опробовался наработанный ими материал из базальных уровней.

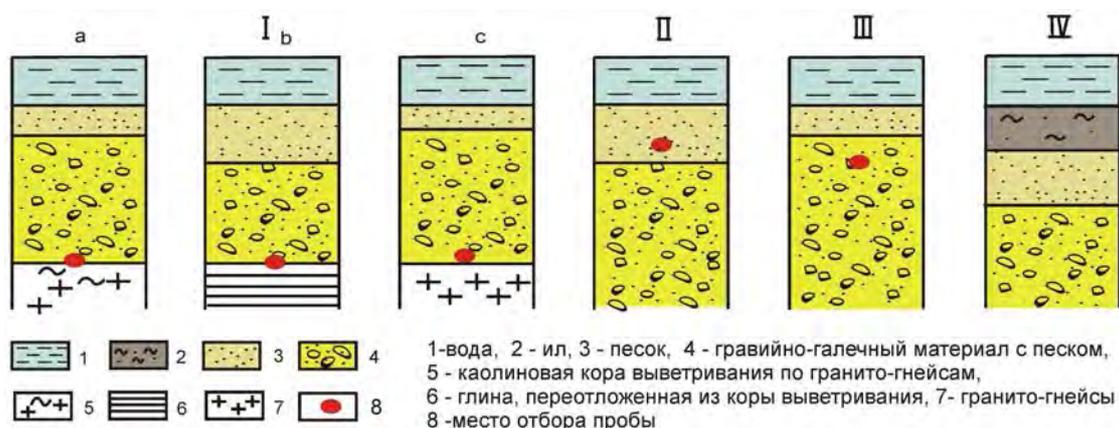


Рис. 6. Типы ситуаций при шлихоминералогическом опробовании.

**Индикаторные минералы из различных фациальных, генетических и возрастных типов отложений и их информативность**

Согласно полевым наблюдениям на концессии можно сделать вывод, что поступление кимберлитового материала в терригенные отложения (цепочка «кимберлитовое тело – терригенные отложения») может осуществляться следующими основными путями.

1. Индикаторные минералы поступают в русловой аллювий из трубки при ее размыве непосредственно рекой либо боковым притоком. Естественно, что МСА на незначительном удалении от кимберлитового тела будут характеризоваться высоким «качеством», т.е. широким спектром набора минералов и гранулометрией, наличием первичных поверхностей, трещиноватых зерен и их сростков, присутствием мелких алмазов и т. д. (рис. 7). Вниз по реке качество ассоциации индикаторных минералов будет закономерно уменьшаться. Опробуя русловой аллювий можно приблизительно определить местонахождение объекта. Это наиболее простая и довольно редкая ситуация.



Рис. 7. Минералы-спутники алмаза (пироп, пикроильменит, хромдиопсид) ближайшего переноса.



Рис. 8а. Индикаторные минералы кимберлитов, пироп и пикроильменит, из белых галечников.



Рис. 8б. Индикаторные минералы кимберлитов, пироп и пикроильменит, из рыжих галечников.



Рис. 9. Минералы-спутники алмаза дальнего переноса.

2. МСА поступали: а) в террасовые галечники, которые впоследствии были латеритизированы и стали рыжими, и б) в белые галечники палеодолины из кимберлитового тела, находящегося на борту какого-либо притока основной реки. В связи с частичной переработкой при этом пролювиально-делювиальными процессами «верхние» галечники на таких участках в генетическом отношении стали аллювиально-пролювиально-делювиальными. Индикаторные минералы этого типа можно обнаружить путем опробования базальных горизонтов таких галечников в современной пойме и на террасах вблизи впадения боковых притоков. В случае нахождения кимберлитового тела на каком-либо борту притока, в ассоциации МСА высокой степени сохранности, кроме всего прочего, могут присутствовать гипергенно измененные пиропы, которые механически очень неустойчивы. Если современное русло реки более высокого порядка подрезает и размывает эти галечники, то такие МСА поступают в современный аллювий и обнаружить их можно, опробуя русловой галечник. Так как пиропы и пикроильмениты из белых и рыжих галечников имеют примазки и корочки каолина и лимонита соответственно (рис. 8), то на этих минералах и алмазах могут наблюдаться реликты таких корочек. В зависимости от дальности перемещения рекой этих минералов от их первоначального залегания будет происходить понижение качества ассоциации, зерна будут отмываться от примазок, первичные поверхности затираться, гипергенно измененные пиропы разрушаться, а мелкие МСА, например хромит, теряться.

Следовательно, при обнаружении в русловом аллювии ассоциации индикаторных минералов **высокой степени сохранности** с признаками поступления из «верхних» и/или «нижних» галечников, значит на борту или бортах какого-то близ расположенного притока находится трубка. Необходимо отметить, что явные и отчетливые примазки на минералах не всегда наблюдаются, часто это реликты пленок лимонита в углублениях, кавернах или трещинках.

3. МСА и алмазы принесены рекой из далеко расположенных кимберлитовых тел и размытых промежуточных коллекторов (Калонда, Калахари) и отложены в осадках всего палеодолинного комплекса – палеоруслу и террас. При этом формируются долинны и склоновые россыпи алмазов, но информативность индикаторных минералов низкая. Река, перемывая свои же более древние отложения, захватывает кимберлитовые минералы и переносит на некоторое расстояние с возможным формированием при этом вторично обогащенных русловых россыпей. Таким образом, проводя опробование русловых, долинных и склоновых галечников эту ассоциацию индикаторных минералов можно обнаружить, но она будет характеризоваться низкой степенью сохранности (низким качеством) и использовать ее можно будет только для регионального прогноза (рис. 9).

4. Минералы-спутники алмаза, поступающие в базальные конгломераты свит Калонда или Калахари. Так как Калонда является первичным осадочным кол-

лектором алмазов, то наличие ассоциации МСА хорошей степени сохранности может свидетельствовать о перспективности площади распространения данных отложений, т.е. возможно делать локальный прогноз. При дальнейшем изучении базальных горизонтов с помощью горных выработок по определенной сети, перспективные участки можно локализовать. Если река со стороны крутого берега будет подрезать и размывать такие базальные галечники, то индикаторные минералы будут поступать в современный аллювий, однако информативность их для поиска конкретных кимберлитовых тел будет невысокой. Отложения Калахари во всех ситуациях являются малоинформативными и могут использоваться в ряде случаев для регионального прогноза.

### Выводы

Полевые наблюдения и анализ поисковой ситуации, с учетом знания проблемы и опыта работы в других алмазоносных провинциях, позволяют сделать некоторые выводы по методике поисков алмазных месторождений. Шлихоминералогический метод поисков является довольно высокоэффективным для рассматриваемого региона, но он должен сопровождаться проходкой горных выработок для вскрытия базальных, приплотиковых частей галечников всего долинного комплекса водотоков. В результате плотность сети или шага опробования понизится, но информативность проб резко повысится. На закрытых площадях поверхностное шлиховое опробование будет бесполезным. Особенностью регионального геолого-структурного положения ряда перспективных площадей является нахождение их в разных тектонических структурах. Следовательно, закономерности размещения коренных и россыпных месторождений алмазов, условия их прогнозирования и поисков в зависимости от геолого-геоморфологических особенностей будут существенно различаться, что потребует индивидуального подхода к каждой площади в плане использования шлихоминералогического метода и комплексирования его с другими методами поисков. При разбуровке и заверке геофизических аномалий следует учитывать наличие в регионе всего спектра ультраосновных и основных пород трубчатых фаций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Подчасов, В. М. Россыпи алмазов Мира / В. М. Подчасов, М. Н. Евсеев, И. Я. Богатых, В. Е. Минорин, В. Г. Черенков. – М.: ООО Геоинформмарк, 2005. – 747 с.
2. Маккенда, А. Геология месторождений алмазов северо-востока Анголы: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / А. Маккенда. – М., 1989. – 19 с.
3. Носыко, С. Ф. Специфика кимберлитовых проявлений и перспективы алмазоносности северо-востока Анголы / С.Ф. Носыко, А. Я. Ротман // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2003. – С. 102–108.
4. Золотухин, В. В. Взаимоотношения ультрабазитового, базитового и щелочно-базитового платформенного магматизма (на примере Сибирской платформы) / В. В. Золотухин

хин, Ю. Р. Васильев // Геология и геофизика. – 1987. № 1. – С. 43–54.

5. *Соболев, Н. В.* Парагенезисы алмаза и проблема глубинного минералообразования / Н.В. Соболев // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. – 1983. – Вып. 4. – С. 389–397.

6. *Страхов, Л. Г.* Рудоносные вулканические аппараты юга Сибирской платформы / Л. Г. Страхов. – Новосибирск: Наука, 1978. – 116 с.

7. *Ротман, А. Я.* Петрологические особенности базитов трубок взрыва Западной Якутии / А. Я. Ротман, В. П. Серенко // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 173–182.

8. *Моисеиш Антонио, А.* Критерии алмазоносности и комплексное использование конгломератов Калонда провинции Лунда (Ангола): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / А. Моисеиш. – Киев. – 1996. – 21 с.

*Житомирский государственный технологический университет*

*Подвысоцкий В. Т., заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых, доктор геолого-минералогических наук*

*E-mail: vt\_podvysotski@mail.ru, Тел.: 8 (38) 0412- 22-49-13*

*Zhitomir State Technological University*

*Podvysotski V. T., head of the Deposits Development Department, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences*

*E-mail: vt\_podvysotski@mail.ru*

*Tel.: 8 (38)0412- 22-49-13,*

*Горно-рудное общество «Катока»*

*Вунда Т. М., начальник проектов Ганго и Китубия, кандидат геолого-минералогических наук*

*E-mail: tintas@mail.ru*

*Тел.: + 244 939 769 695*

*Company "Catoca"*

*Vunda T. M., Project Manager of the Gango and Kitubia, candidate of Geological and Mineralogical Sciences.*

*E-mail: tintas@mail.ru*

*Tel.: + 244 939 769 695*

*АК «АЛРОСА»*

*Иванов А. С., начальник лаборатории рентгеновских методов, кандидат геолого-минералогических наук*

*Тел. +7 (411 36) 9-13-79*

*E-mail: IvanovAS@alrosa.ru*

*Company «ALROSA»*

*Ivanov A. S., chief of laboratory of x-ray methods, candidate of Geological and Mineralogical Science*

*E-mail: IvanovAS@alrosa.ru*

*Tel.: +7 (411 36) 9-13 79*