

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ

Е.А. Долгинов

ГЛАВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В АФРИКАНСКОМ РЕГИОНЕ

В статье приведены результаты исследования, проведенного в Лаборатории геологии зарубежных стран Инженерного факультета Российского университета дружбы народов в рамках проекта по договору с В/О «Зарубежгеология» МПР РФ. На широком страновом материале показаны главные закономерности размещения месторождений алмазов в Африканском регионе.

Ключевые слова: алмазы, Африка, закономерности, перспективы.

Африка является регионом наиболее широкого распространения коренных и россыпных месторождений алмазов и наиболее значительной их добычи, начиная со второй половины позапрошлого столетия.

Исследованием, проведенным в Лаборатории геологии зарубежных стран инженерного факультета Российского Университета дружбы народов в рамках проекта по договору с В/О «Зарубежгеология» МПР РФ, выявлены следующие главные закономерности размещения месторождений алмазов в Африканском регионе.

Пространственное соотношение кимберлитов и связанных с ними коренных месторождений алмазов с возрастными неоднородностями докембрийского фундамента.

Африка является регионом сосредоточения наибольшего количества коренных и россыпных месторождений алмазов. Это обусловлено тем, что в тектонической инфра-

структуре материка большое значение имеют древние архейские (2,5 млрд лет) и палеопротерозойские (2,0–1,8 млрд лет) кратоны, которые, согласно «правилу Клиффорда», являются структурами наиболее благоприятными для образования кимберлитов и их алмазоносных фаций. Эту главную закономерность впервые выявил Клиффорд именно в Африке.

Подавляющая часть выявленных продуктивных кимберлитов, являющихся главными коренными месторождениями алмазов и их источниками для алмазоносных россыпей, находится в пределах архейских кратонов Каапваальского, Калахари, Конго, Танзанийского, Конго Южной и Центральной Африки и Лео Западной Африки. Значительно меньшее количество алмазоносных кимберлитов расположено в палеопротерозойских кратонах – Южно-Ангольском и Западно-Африканском (Биримском). Несколько кимберлитовых тел с угнетенной алмазной минерализацией прорывают складчатые комплексы мезопротерозойского Ирумидского пояса складчатости (1,1–1,0 млрд лет) и залегающие на них отложения перми-триаса группы Кару в Замбии. Полностью отсутствуют кимберлиты в том числе и алмазоносные, в обширных областях распространения пан-африканского фундамента в Алжире, Ливии, Египте, Нигере, Нигерии, ЦАР, Камеруне, Чаде, Судане, Эфиопии, Сомали, Кении, Уганде, Мозамбике, Мадагаскаре.

Вместе с тем в панафриканском фундаменте есть блоки более древнего корового субстрата, не переработанные процессами молодого диастрофизма, сохранившие свои исходные структурно-вещественные, изотопные характеристики, в которых, согласно «правилу Клиффорда», могут находиться кимберлиты. В частности, крупные блоки архейских гранитно-зеленокаменных ассоциаций выявлены в панафриканском фундаменте ЦАР (Lavreau et al., 1990). Другой блок древнего, архейского основания выступает в панафриканском фундаменте в поднятии Джебель Увейнат на границе Ливии, Египта и Судана. Возможно, подобное положение

занимают коренные месторождения алмазов на севере Нигерии и в некоторых странах Южной Африки. Такого рода древние блоки могут находиться и в других «панафриканских» областях.

Значительный интерес с точки зрения апробации «правила Клиффорда» представляет Южно-Ангольский кратон, фундамент которого был консолидирован в конце палеопротерозоя, в эбурнейскую фазу диастрофизма (Carvalho H. et al., 2000). Нами с целью возрастной дифференциации этого фундамента были вынесены по координатам около 500 датировок возраста образующих его пород, сделанных K/Ar, Pb/Sr, U-Pb методами (Torquato, 1977). Проведенные по этим датировкам изохроны выявили два «ядра» с возрастом 2,0 млрд лет, соответствующие времени первичной (эбурнейской) консолидации фундамента, и зоны, в которых породы претерпели более позднюю температурную и термотектоническую переработку и изотопное омоложение в интервалах 2,0–1,5 млрд лет, 1,5–1,0 млрд лет, 1,0–0,75 млрд лет и, наконец, 0,75–0,5 млрд лет вдоль Атлантического побережья (Долгинов, 1996). При вынесении на карту м-ба 1:1 000 000 кимберлитов и кимберлитоподобных тел оказалось, что все они попали в поля, ограниченные изохроной 2,0 млрд лет (рис. 1). Этот пример позволяет использовать метод изохронной дифференциации относительно молодых докембрийских фундаментов и на других территориях для выделения площадей потенциально перспективных на коренные месторождения алмазов.

В Замбии и Малави некоторые меловые алмазоносные кимберлиты расположены в пределах панафриканских структур Катангского пояса складчатости. Однако последний имеет эпирифтовое происхождение, т.е. образовался на относительно слабонарушенном архейско-палеопротерозойском фундаменте, принадлежащем древнему кратону. Таким образом, при оценке территорий на коренную алмазоносность следует учитывать не только возраст консолидации докем-

брийских фундаментов, но и тип складчатых структур (инфра-, супра- или эпикрустальный).

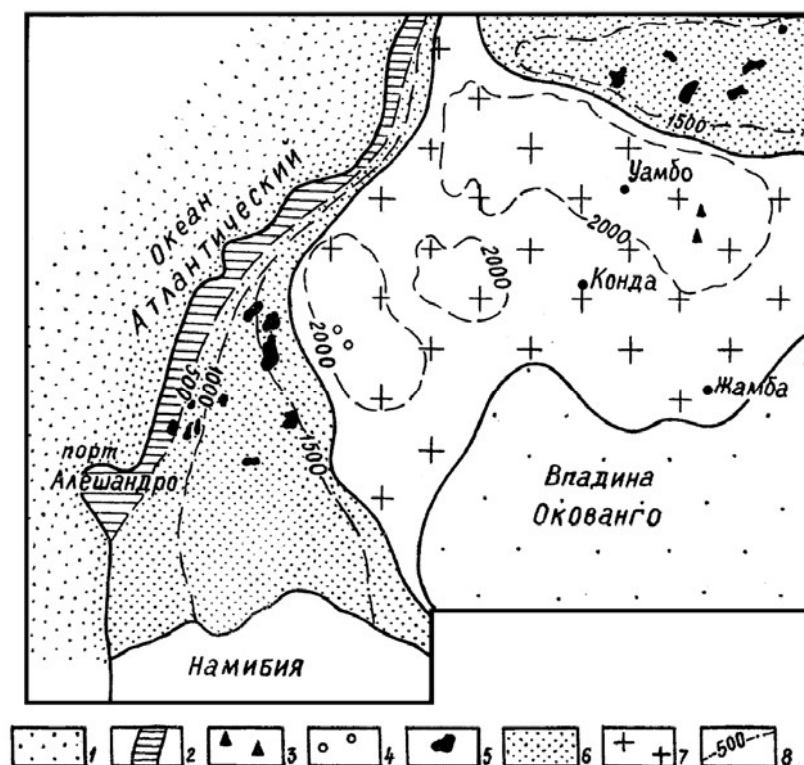


Рис. 1. Схема тектонического строения и изотопно-возрастного «поля» Южно-Ангольского щита:

1 – впадина Окованго (К–К₂); 2 – береговой прогиб (К–К₂);
3–5 – меловые интрузии: 3 – кимберлиты, 4 – возможные кимберлитовые
трубки, 5 – щелочные комплексы; 6 – Западная и Восточная гнейсовые
области (с вероятным продолжением западных гнейсов в области
материкового склона и океаническую область); 7 – Центральная
гранитно-зеленокаменная область; 8 – изохроны (в млн лет)

Возрастные группы алмазоносных кимберлитов и россыпных месторождений

Кимберлиты и их алмазоносные фации в Африке имеют преимущественно меловой возраст. Однако в Южной Африке имеются и более древние алмазоносные кимберлиты. На раннеархейском Каапваальском кратоне, фундамент которого был создан около 3,0 млрд лет назад, некоторые из них относятся к мезопротерозою (среднему рифею), кембрию и средней юре. В Замбии в рифте р. Луангва несколько трубок кимберлитов имеют пермский возраст.

Согласно существующим представлениям, источниками современных речных россыпей алмазов в Гане могут являться палеопротерозойские метаосадки верхней части Нижнего Бирима (туфовые граувакки, граувакко-филиты, брекчии) и вышележащие метаконгломераты серии Тарква (Kesse, 1985). Если принять это допущение, то коренные (магматические) алмазоносные породы (кимберлиты, лампроиты) должны были иметь позднеархейский возраст и находиться за пределами биримской мобильной области, скорее всего, в пределах древнего кратона Лео (Либерия, Сьерра-Леоне).

Самые древние детритовые алмазы в Африканском регионе содержатся в золотоносных метаосадках группы Витватерсранд (2,8–2,6 млрд лет), образующей нижнюю часть платформенного чехла Каапваальского кратона в ЮАР. Это указывает на бывшее существование в этом кратоне близких по возрасту (позднеархейских), вероятно, полностью эродированных алмазоносных кимберлитов.

Таким образом, в Африканском регионе образование алмазов и их россыпных скоплений происходило в целом в чрезвычайно широком возрастном диапазоне: от позднего архея до позднего кайнозоя включительно при явном увеличении масштабов обоих процессов. Максимум внедрения алмазоносных кимберлитов приходится на поздний мел. Эпо-

хой формирования наибольшего количества россыпных аллювиальных и прибрежно-морских россыпей алмазов является поздний кайнозой (миоцен-четвертичное время), соответствующий формированию современного рельефа и границ материка.

**Пространственно-временные соотношения
кимберлитов и связанных с ними
месторождений алмазов с другими проявлениями
эпикратонного магматизма**

Анализ материалов по геологии Африки показал, что в большинстве случаев кимберлиты тяготеют к полям распространения базальтов более древних трапповых серий, расположенных так же, как и кимберлиты, лишь на древних (архейских и палеопротерозойских) кратонах. Так, большинство меловых кимберлитов ЮАР находится среди или по периферии раннеюрских долеритов трапповой серии Стромберг. Одновозрастные кимберлиты локализованы по флангам крупного юрского дайкового пояса зсз-вюв направления, протягивающегося с юга Зимбабве через Ботсвану на север Намибии. Крупный меридиональный пояс кимберлитов также мелового возраста протягивается и на востоке Танзанийского архейского кратона параллельно расположенному западнее дайковому поясу неясного возраста, хорошо диагностируемому на картах магнитного поля. В Западной Африке (Мали, Либерии, Сьерра-Леоне, Гвинее) меловые кимберлиты распространены на тех же территориях, что и долериты трапповой серии юры. Еще одним примером подобной пространственной ассоциации разных форм проявления эпикратонного магматизма является Центральный район Намибии, где группа меловых кимберлитов (неалмазоносных) расположена между полями юрских базальтов.

Данная закономерность позволяет рассматривать области и районы проявления траппового магматизма (причем

любого возраста) в качестве перспективных на обнаружение кимберлитов и их алмазоносных фаций.

Однако не во всех случаях кимберлиты сопряжены пространственно с близвозрастными траппами, например, на щите Касаи, в Анголе и Заире, где расположены многочисленные трубки алмазоносных кимберлитов, проявления мезозойского базальтоидного магматизма не отмечены. Однако в этом районе архейского кратона Конго находится крупный субширотный пояс базит-габбро-ультрабазитов палеопротерозоя, соответствующий древней ослабленной зоне земной коры. Аналогичным образом на Каапваальском кратоне трубки алмазоносных мезопротерозойских кимберлитов расположены вблизи базит-ультрабазитового тела палеопротерозойского Бушвельдского комплекса. Возможно, эти базит-ультрабазиты, а также родственные им по составу комплексы докембрийского фундамента также играли роль в создании условий для генерации кимберлитов и в особенности образования в них алмазов. Выявленная в Африканском регионе эмпирическая закономерность пространственно-временных соотношений разных типов эпикратонного магматизма (более раннего широкомасштабного толлит-базальтоидного и более позднего «точечного» щелочно-ультрабазитового, кимберлитового) может быть проиллюстрирована и на других древних кратонах, в частности Сибирском и Восточно-Европейском, и имеет, таким образом, общий характер.

Проведенное исследование позволило выявить еще одну важную закономерность пространственного соотношения кимберлитов, в том числе и алмазоносных с разными фациями трапповых серий. Подавляющая часть кимберлитов находится в полях и зонах распространения гипабиссальных и субвулканических тел более ранних трапповых формаций (даек, силлов, штоков и др.), распространенных главным образом на склонах эпикратонных прогибов и отчасти на щитах, и отсутствует в областях лавовых базальтовых покровов, залегающих обычно в наиболее прогнутых частях таких про-

гибов. Прекрасным примером этой закономерности является территория ЮАР, где многочисленные интрузии долеритов и меловые кимберлиты оккупируют склоны синеклизы Кару, но отсутствуют в депоцентре последней (глубина до 10 км), где сосредоточены платобазальты этой серии (Свазиленд). Здесь трапповые интрузии уступают место многочисленным диатремам, экранируемым базальтами Драконовых Гор. Можно полагать, что диатремы связаны с наиболее подвижными составляющими флюидно-магматических «зарядов», тогда как их кимберлитовые «ступени» застряли на большей глубине в осадочном чехле синеклизы.

Соотношения кимберлитов с тектонической структурой древних кратонов

Подавляющая часть кимберлитов и их алмазоносных фаций прорывают комплексы фундаментов древних кратонов на их щитовых поднятиях (кратоны Западно-Африканский, Конго, Танзанийский, Зимбабве, Южно-Ангольский). Однако на древнейшем Каапваальском кратоне кимберлиты мезозоя, палеозоя и протерозоя прорывают почти исключительно платформенные комплексы. Главная масса кимберлитовых трубок расположена здесь в северо-западной части области сплошного развития отложений надгруппы Кару. Даже там, где эти отложения отсутствуют, в кимберлитах присутствуют их ксенолиты, что свидетельствует о внедрении последних в карусский чехол. Причина различного структурного положения кимберлитов на разных кратонах пока не ясна, но сама закономерность может учитываться при определении перспективности территорий на коренные месторождения алмазов. Хорошим примером избирательной локализации кимберлитов на щитах кратонов является район Кинеба Мали, где их меловые генерации расположены главным образом на щитовом поднятии фундамента и частично на западном краю плато, сложенного комплексами платфор-

менного чехла синеклизы Таудени и прорывающими его до-
леритами трапповой серии юры.

Наиболее «неблагоприятными» для внедрения кимберлитов (во всяком случае, до современного эрозионного среза) являются самые прогнутые части эпикратонных (платформенных) прогибов, например минеклиз Кару и Ка-
лахари Южной Африки, Конго Центральной Африки и Тау-
дени Западной Африки, в которых фундамент залегает на
глубинах 7–10 км. В частности, в синеклизе Кару, выполнен-
ной отложениями позднего карбона, перми и триаса, кимбер-
литы широко распространены севернее Драконовых гор, где
фундамент опущен не более чем на 5–6 км, но полностью от-
сутствуют южнее этого района, где он залегает на глубинах
7–12 км.

В настоящем кратком изложении не рассматривается
генетическая сущность факторов, влияющих на условия вне-
дрения кимберлитов, что требует специального изучения во-
проса.

Геоморфологические и структурные обстановки локализации россыпных месторождений алмазов

В подавляющем большинстве случаев россыпные ме-
сторождения алмазов связаны с современными аллювиаль-
ными и прибрежно-морскими осадками. Часть их содержится
в более древних пермско-триасовых и меловых отложениях,
являющихся промежуточными коллекторами алмазов.

Большинство современных речных россыпных алма-
зов находятся в районах коренных источников последних.
Однако прибрежно-морские россыпи ЮАР, Намибии и Ан-
голы и аллювиальные россыпи ЦАР, Танзании и некоторых
других стран распространены на большом удалении от об-
ластей их питания. В частности, россыпи на востоке Танза-
нии и севере Малави находятся на дальнем обрамлении Тан-
занийской эпикратонной области коренных месторождений

алмазов. Можно предполагать, что россыпи района Моше, Аруша на востоке Танзании, скорее всего, соответствуют реликтам палеоречной системы, имевшей сток с Танзанийского кратона в Индийский океан, но разрушенной при возникновении гор Килиманджаро-Паре-Улугуру. Вероятно, в других районах «экзотические» речные россыпи могут быть также связаны с фрагментами древних речных систем, восстановление которых может иметь значение для выявления новых аллювиальных скоплений алмазов.

Для района Лунда-Норте Северо-Восточной Анголы выявлены важные особенности локализации коренных и россыпных месторождений алмазов, которые могут учитываться при районировании других алмазоносных или перспективных территорий (Жоао, 2003). Проведенный автоматизированный линеаментный анализ речной части и рельефа позволил выявить здесь расположение алмазоносных кимберлитов на участках пересечения разломов разных направлений, главным образом субширотных и ссз-ююв (рис. 2).

Район Лунда-Норте является также хорошим примером локализации современных аллювиальных россыпей алмазов. По анализу речной сети в районе выделены неотектонические поднятия, активные субширотные разрывы, поперечные главным субмеридиональным долинам и контролирующим их более древним разломам (см. рис. 2). Выявлены три важные закономерности расположения главных россыпных участков: 1) на пересечении меридиональных долин главных водостоков широкими (10–15 км) субширотными полосами, наиболее насыщенными линеаментами речной сети и ограниченными активными разломами сбросового типа; 2) у неотектонических поднятий, на которых более интенсивной эрозии подвергаются богатые алмазами промежуточные коллектора верхнемеловой формации Колонда и их коренные кимберлитовые источники раннего мела; 3) севернее южного пограничного разлома пермско-триасового грабена Лукана св-юз направления. Установлено, что отдельные



Рис. 2. Соотношение выделенных кимберлитоконтролирующих линеаментов рельефа с разломами, выявленными геофизическими методами

россыпи находятся на участках пересечения главных меридиональных долин широтными разломами и изменения их морфологии. На приподнятых блоках таких разрывов более интенсивному размыву подвергаются алмазоносные отложения формации Колонда, а на опущенных блоках создаются более благоприятные условия для формирования россыпей алмазов.

Выявленное влияние неотектонического фактора на образование современных речных россыпей алмазов в районе Лунда-Норте Анголы может быть использовано при прогнозировании россыпной алмазоносности других территорий. Причем это относится не только к современным, но и к более древним, погребенным россыпям, поскольку разрывы, пересекающие речные долины и влияющие на изменение их морфологии и динамику речных потоков, могли проявляться длительное время, в течение всего периода формирования современного рельефа.

Заключение

Выявленные и кратко рассмотренные выше факторы, влияющие на размещение коренных и россыпных месторождений алмазов, должны учитываться при выборе для их поисков новых наиболее перспективных площадей. При этом если для коренных месторождений плацдармами являются самые древние кратоны, то россыпные месторождения по рекам могут «уходить» от последних на значительные расстояния. Такими примерами являются современные аллювиальные россыпи ЦАР, Ганы и прибрежно-морские россыпи ЮАР, Намибии, Анголы, коренные источники которых находятся (или находились), во внутренних областях Африки.

На древних кратонах (архейских, в меньшей степени палеопротерозойских) в отношении коренной алмазоносности наиболее перспективными являются районы распространения интрузивных образований трапповых серий на щитах

и их погребенных склонах, перекрытых относительно маломощными (до первых километров) отложениями платформенных чехлов. Это заключение относится к коренной алмазности всех возрастных генераций траппового и кимберлитового магматизма.

Изучение условий локализации алмазоносных кимберлитов в Африканском регионе показало, что во многих случаях они приурочены к краям более ранних трапповых интрузий, которые, вероятно, являлись экранами для кимберлитовых «зарядов» и создавали условия для повышенных давлений и кессонного эффекта, необходимых для образования алмазов.

В Кот-д'Ивуаре и Анголе большинство кимберлитовых месторождений алмазов расположено вдоль наиболее крупных рек, что может быть объяснено двумя причинами: или внедрение алмазоносных кимберлитов контролировалось крупными древними меридиональными тектоническими структурами, по которым затем образовались речные долины, или последние вскрыли более широкие кимберлитовые поля, перекрытые большей частью покровами молодых осадков (в частности латеритами). В последнем случае весьма перспективными на коренную алмазность следует считать также обширные водораздельные территории Северо-Восточной Анголы и Кот-д'Ивуара. Этот вопрос требует дополнительного более тщательного изучения в более крупном масштабе с использованием геофизических данных.