
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 523.681:551.24.031

О МАСШТАБНОМ ИМПАКТНОМ СОБЫТИИ НА НЕОАРХЕЙСКОМ ЭТАПЕ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ОЛЕНЁКСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ СТРУКТУРЫ И О ЕГО СЛЕДСТВИЯХ

М.Э. Глуховский¹

На основании анализа геолого-геофизических данных выдвигается версия о причинно-следственной связи неoarхейского импактного события (2.6–2.4 млрд лет) и последующих этапов тектоно-магматической эволюции Оленёкской кольцевой структуры. Импактное событие вызвало синхронный термо-флюидный взрыв и формирование вертикальной коро-мантийной системы разломов. Закратерный выброс газо-пылевого облака с фрагментами дезинтегрированной алмазоносной мантии сопровождался эпигенезом алмазов и их последующим высвобождением в процессе выветривания мантйных пород, осаждённых из кратерного выброса. Современные промышленные россыпи образовались после размыва древних (рифей – мел) промежуточных коллекторов. Формирование сводового поднятия способствовало накоплению россыпей в его периферической части.

Ключевые слова: *кольцевая структура, импактное событие, деформации литосферы, тектоника, полихронный магматизм, источники алмазоносных россыпей.*

THE LARGE-SCALE IMPACT EVENT DURING THE NEOARCHEAN TECTONO-MAGMATIC EVOLUTION OF THE OLENYOK RING STRUCTURE AND ITS AFTER-EFFECTS

M.Z. Glukhovskii, Dr.Sci (Geol.)

Geological Institute, Russian Academy of Sciences

The aim of the article is to establish cause-and-effect relationship between the Neoaarchean impact event (2.6–2.4 billion years ago) and the consequent stages of the tectono-magmatic evolution of the Olenyok ring structure. According to the article, the impact event caused a synchronous thermal and fluid explosion and formation of vertical

¹ Глуховский Марат Зиновьевич – д.г.-м.н., в.н.с. Геологического института РАН, maratg31@yandex.ru.

crust-mantle fracture system, which resulted in a high degree of magmatic and thermal fluid permeability that was active from the Paleoproterozoic Era to the Phanerozoic Eon. External crateral emission of a gas-dust cloud with fragments of disintegrated Pre-Cambrian diamond mantle was accompanied by epigenesis of diamonds and their consequent release in the process of weathering of mantle rocks which deposited from the materials of the external crateral emission. Modern industrial diamond placer deposits formed after washing out of ancient (from the Rhiphaean to the Cretaceous period) reservoir rocks. The high degree of magmatic permeability in the Phanerozoic Eon provided introduction of intraplate intrusive sheet in the form of dikes and sills of the main composition, as well as unproductive kimberlites, as diamonds were extracted together with mantle fragments as a result of the large-scale impact event. The formation of the bending fold contributed to accumulation of diamond placer deposits on the sides of the anticlinal fold.

Keywords: ring structure, impact event, lithosphere deformation, tectonics, composite magmatism, diamond placer deposits.

Введение. В геологической истории Земли, особенно на ранних этапах её развития, большую роль сыграли масштабные импактные события, которые инициировали формирование сиалических ядер континентов в гадее (4.4–3.9 млрд лет) и оказывали большое влияние на ход последующих (3.4–3.2, 2.6–2.4 и 2.0–1.85 млрд лет) этапов тектоно-магматической эволюции нашей планеты. С этими этапами совпали процессы формирования крупных месторождений железистых кварцитов и золота в зеленочаменных поясах, образование разнотипных месторождений урана, алмазов и др. [3–5, 15, 18]. Часто следы древних разномасштабных астероидных атак видны на космических снимках поверхности Земли в виде кольцевых структур, которые отличаются центрозональным строением аномальных гравитационных и магнитных полей, специфической глубинной структурой и, кроме этого, сопровождаются специфическими породами-индикаторами ударного метаморфизма, сформировавшимися в условиях высоких давлений и температур. Однако находки таких пород не повсеместны, что зависит от степени обнажённости мишени.

Цель, задачи и методы исследования. Целью исследования является выявление причин зарождения и механизмов полихронного геотектонического развития и алмазоносности такой уникальной и масштабной кольцевой структуры земной коры, как Оленёкское поднятие. Работа направлена на решение двух основных задач. Первая задача – установление инициальной импактной природы Оленёкской кольцевой структуры (далее ОКС), вторая – комплексное решение вопросов, касающихся следствий древнего импактного события: выявление причинно-следственных связей между этим событием и этапами последующей тектоно-магматической эволюции ОКС, включая проблему возможных коренных источников докембрийских алмазов в современных промышленных россыпях ОКС.

Эти задачи решаются путём расшифровки особенности глубинного строения ОКС по геофизическим данным. Для характеристики геологии и алмазоносности района ОКС были привлечены как опубликованные материалы, так и собственный опыт изучения кольцевых структур Сибирской платформы [3, 4, 5], включающий сравнительный анализ с другими соизмеримыми древними астроблемами Земли. Часть использованных литературных источников не вошла в список литературы, но на них имеются ссылки в цитируемых работах.

Общие сведения и особенности геофизического строения ОКС как отражение импактного события. Оленёкская кольцевая структура диаметром 380–420 км распо-

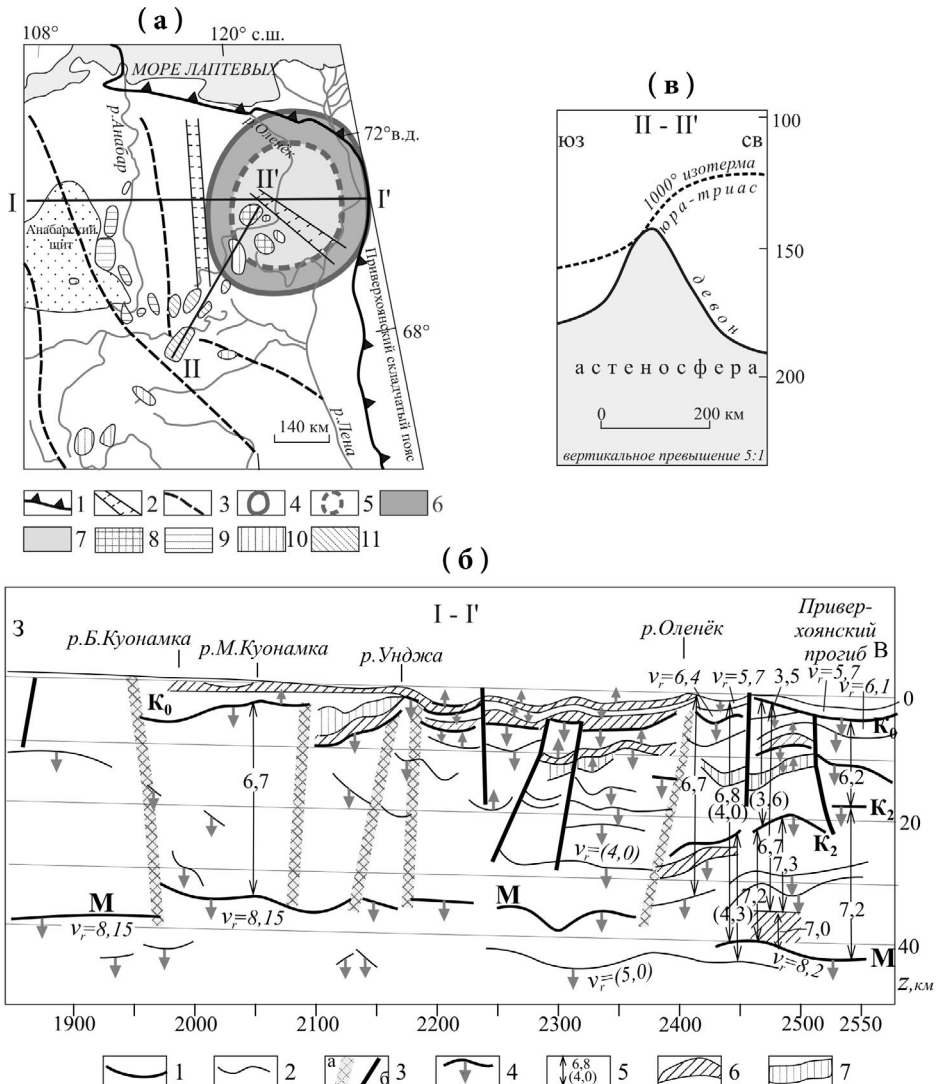


Рис. 1. Генерализованная схема аномальных магнитных и гравитационного полей, пространственного размещения кимберлитов и глубинного строения Оленёкской кольцевой структуры. **а)** Оленёкская кольцевая структура в грави-магнитных полях и размещении полей кимберлитов разного возраста (по [3, 16]): 1 – граница Сибирской платформы; 2 – Уджинский и Кютюгинский погребённые палеорифты; 3 – разломы; 4, 5 – внешний (4) и внутренний (5) контуры Оленёкской кольцевой структуры; 6 – внешняя зона положительных магнитных и отрицательных гравитационных аномалий; 7 – внутренняя область отрицательных магнитных и положительных гравитационных аномалий; 8–11 – кимберлитовые поля и их возраст: 8 – J₂-K₁, 9 – T₁, 10 – D₂-C₁, 11 – S₁ – D₂. **б)** восточный фланг сейсмического разреза по профилю ГСЗ Воркута – Тикси (по [8]): 1 – сейсмические границы, построенные по нескольким типам волн; 2 – границы обмена; 3 – зоны разломов (а – мантийные, б – коровые); 4 – направление увеличения скорости волн Р; 5 – скорости волн Р, в скобках волн S определённые по отражённым волнам, км/с; 6, 7 – слои с пониженной (6) и повышенной (7) скоростью; **в)** структура литосферы Оленёкского тренда профиля Мирный – Куойка, построенного по данным электронного анализа основных и редких элементов микропроб хромитов и гранатов из кимберлитов полихронных полей (см. рис. 1а) [16]. *Примечание:* линии профилей I – I' (на рис. 1б) и II – II' (на рис. 1в) показаны на схеме (1а).

ложена на северо-востоке Сибирской платформы (рис. 1а). Она выражена в рельефе в виде свода, хорошо дешифрируемого на космических снимках [3]. В пределах этой структуры широко развиты проявления внутриплитного магматизма, в т. ч. и кимберлитового. В районе ОКС расположены как древние, так и современные богатые промышленные россыпи алмазов, хотя многочисленные кимберлитовые трубки, за небольшим исключением, алмазов не содержат [2, 6, 7, 10].

В магнитном поле ОКС выделяется внешняя кольцевая зона положительных (от 1 до 5–10 нТл) аномалий (ΔT_a) шириной 70–75 км, и внутренняя часть диаметром 280×300 км с отрицательными (до -1 нТл) значениями (ΔT_a). В гравитационном поле внешняя кольцевая зона структуры с отрицательными значениями поля силы тяжести в редукции Буге (от -5 до -40 мГал) резко сменяется полем положительных значений этого показателя от 10–15 мГал до 20–25 мГал (см. рис. 1а) во внутренней части [3].

Глубинное строение ОКС отражено на сейсмическом профиле Воркута-Тикси [8], который между пунктами 2250–2500 км пересекает её по диаметру (рис. 1а, б). В районе пункта 2250 км профиль входит в зону геодинамического влияния ОКС, которая в восточной краевой части перекрывается полого надвинутыми образованиями Приверхоанского прогиба. В этой зоне видны разрывы и хаотичное перемещение деформированных сейсмических границ и, в частности, кровли древней консолидированной коры K_0 , промежуточной границы K_2 и других более глубинных сейсмических разделов, которые перемещены вертикально вниз по коро-мантийным разломам с соответствующим направлением увеличения пластовых скоростей Р-волн. Внимания заслуживают также деформации границы Мохо, которая на некоторых участках исчезает вовсе (см. рис. 1б).

Подобные космофотогеологические [3] и некоторые геофизические показатели ОКС типичны для таких крупных докембрийских импактных структур, как Бангуи (более 3.0 млрд лет, диаметр 810 км) и Вредефорт в Южной Африке (2.02 млрд лет, диаметр 300 км), Садбери в Канаде (1.85 млрд лет, диаметр 250 км), Котуйкан на севере Сибири (1.9 млрд лет, диаметр 250 км) [4, 17]. Все они выражены на космических снимках в виде кольцевых структур, частью обнажены и несут прямые следы шокового метаморфизма. В отличие от них предполагаемая Оленёкская астроблема перекрыта палеопротерозойским протоплатформенным и фанерозойским платформенным чехлами [6, 14]. Поэтому здесь не обнаружено прямых признаков астероидного удара в виде пород-индикаторов этого события. Кроме того, внутренняя часть ОКС характеризуется положительными значениями гравитационного поля, тогда как все перечисленные выше импактные структуры отличаются отрицательными значениями этого показателя [4], что, как будет показано ниже, имеет свое объяснение. Астроблемы, соизмеримые с ОКС, в сравнении с ударными структурами Луны и Земли (при размерах ударника до 15 км и скорости падения 20 м/сек) образуют кратеры глубиной 5–6 км и вертикальную зону коро-мантийных разломов, ударных брекчий и трещин глубиной до 100–140 и более км [4]. Поэтому можно предположить, что на месте падения гигантского астероида возник кратер диаметром 400 и более км и глубиной до 6 км с вертикальной колонной разрывных нарушений, формирующих тектонически ослабленную структуру (см. рис. 1б). Не исключено, что высокоэнергетическое импактное событие могло вызвать встречный эндогенный термо-флюидный эксклюзивный взрыв [11], ещё более усложнивший глубинные неоднородности ОКС. Такой механизм почти синхронного сочетания двух встречных ударов мог привести к интенсивной деформации мантийно-корового слоя, разрывная структура которого в течение всей геологической истории ОКС служила каналом тепломассопереноса, и высокой степени магматической проницаемости.

Первое следствие импактного события: дезинтеграция мантии, закратерный выброс и эпигенез алмазов. В результате встречных процессов – удара астероида и субсинхронной с ним глубинной термо-флюидной экструзии – в мантии происходило декомпрессионное вскипание высокотемпературной флюидизированной и богатой водой магмы, что неизбежно могло привести к дезинтеграции алмазоносной мантии с преобразованием кристаллов алмазов (по типу уральских) [11]. Этот скоротечный процесс завершился закратерным выбросом газо-пылевого облака, включающего капли расплава коры и обломки мантии, в т. ч. алмазоносной. При этом алмазы подверглись эпигенетическим преобразованиям. И действительно, алмазы из промежуточных коллекторов в современных россыпях ОКС по своим морфологическим характеристикам относятся к разновидностям V–VII и X (карбонадо). Все они росли в верхней мантии в раннем докембрии [2, 7, 10, 13].

Особая роль как индикатора импактного события принадлежит карбонадо. Из многочисленных литературных источников следует, что карбонадо – это разновидность алмаза, не связанная с кимберлитами. Её формирование до сих пор не имеет однозначного объяснения. Как правило, это мелкозернистые, часто пористые (до шлакоподобных) зёрна. Они имеют форму желваков, мелких обломков и осколков, иногда с округлыми кромками. Характеризуются включениями примесей железа, кобальта, алюминия и др. металлов. Особая роль как показателя образования карбонадо принадлежит графиту, благодаря которому минерал во внешней оболочке приобретает тёмно-серый, буровато-чёрный или коричневый цвета. Внутри зёрна карбонадо часто почти прозрачные, что свидетельствует о скоротечном поверхностном процессе графитизации. Исходя из этих особенностей, эта разновидность алмазов, по нашему мнению, могла образоваться в самом начале импактного процесса в алмазоносной мантии за счёт эпигенеза классических (октаэдрических, додекаэдрических и кубических) разновидностей алмазов в условиях высоких температур и давления. При ударе крупного астероида температура на глубине мантии достигает 900–1000°C, а давление – 60 ГПа [4]. Эти параметры (при высокой скорости импактного процесса) достаточны для частичного перехода алмаза в графит как по массе кристаллов первородных алмазов на больших глубинах (тогда образуются разновидности X-карбонадо), так и по трещинам с образованием других V–VII разновидностей алмазов (см. ниже) в высокотемпературном закратерном выбросе. Таким образом, подтверждается мнение о том, что кристаллизация карбонадо осуществлялась непосредственно в РТ-условиях ударного бассейна [1]. Это согласуется с версией об импактном событии, речь о котором шла ранее.

Следы эпигенеза алмазов в режиме высоких давлений и температур и последующей эрозии в ходе неоднократного формирования древних россыпей хорошо видны на примере алмазов разновидности V. Они имеют округлую форму, тёмную окраску и следы механического воздействия в виде шрамов и обильных трещин с графитом и флюидными включениями. В россыпях преобладают также округлые додекаэдры, кривогранные ромбододекаэдры эбеляхского типа (VII разновидность), а также сростки додекаэдров (V–VII разновидности) и жёлто-оранжевые (за счёт экзогенного ожелезнения) кубоиды II разновидности [2]. Считают, что ромбододекаэдры возникли путём частичного растворения октаэдрических кристаллов по всему их объёму, отличающихся дефектами, связанными с термодинамическими процессами [13]. Кроме графитизации по трещинам, они насыщены углекислыми, азотными и углеводородными включениями с «лёгким» составом углерода, свойственным сиалической коре: $\delta^{13}\text{C} = -24.16\text{‰} - -15.48\text{‰}$. По этому показателю эти разновидности алмазов отнесены

к минералам невыясненного генезиса, в отличие от алмазов из кимберлитов Якутской провинции с изотопно «тяжёлым» (мантийным) составом углерода: $\delta^{13}\text{C} = -7.38\text{‰} - -13.6\text{‰}$ [10]. Эти геохимические особенности Оленёкских алмазов могли быть связаны с водонасыщенным термо-флюидным воздействием во время глубинного взрыва, синхронного с импактным событием, о чём говорилось выше [11]. В этих условиях в алмазах докембрийского, некимберлитового и нелампроитового источника, по трещинам развивались внутренние напряжения и процессы графитизации и флюидизации [2, 10].

Таким образом, первым следствием импактного события следует считать механизм комбинированного взрыва, который привёл: а) к массовому закратерному выбросу насыщенного флюидами и каплями расплава газо-пылевого облака, содержащего обломки дезинтегрированной алмазоносной мантии и б) к эпигенетическим преобразованиям алмазов в этом облаке. Высвобождению алмазов из обломков мантийных эклогитов, рассеянных в широком ареале осевшего закратерного выброса, способствовало их совершенное химическое выветривание в условиях гумидного климата. Это подтверждается данными о том, что в архее и палеопротерозое Сибирский кратон располагался в субэкваториальном «горячем поясе» ранней Земли [3, 4]. Эти механизмы, которые привели к формированию россыпей эндемичных алмазов ОКС, могут служить причиной их отличия от алмазов из кимберлитов Якутской провинции [2, 10, 13].

Второе следствие: формирование внутрикратерного бассейна с вулканогенно-осадочными сериями и магматическими ареалами; датировка импактного события. Ко второму последствию импактного события, следующему вслед за закратерным выбросом, относится накопление в глубоком кратере палеопротерозойской эекитской серии протоплаформенного чехла и формирование интрузий габброидов и гранитов. Эекитская серия большей частью погребена под полого залегающими отложениями рифея [6] и обнажается лишь в Сололийском и Куойско-Далдынском выступах. Локальный характер развития эекитской серии выражается в том, что она развита, в основном, в пределах ОКС, заполняя впадину ударного кратера и его ближайшей окрестности [14]. Образования, подобные этой серии, отсутствуют как на ближайшем к ОКС восточном склоне Анабарского щита, так и на всем пространстве платформенного чехла Сибирской платформы. Исключение составляет удоканская серия палеопротерозоя мощностью 10–11 км с интервалом накопления от 2.3 до 2.1–1.9 млрд лет, слагающая Кодаро-Удоканский протопатформенный прогиб на западе Алданского щита [3].

В пределах кратера эекитская серия мощностью 2600 м сложена метаморфизованными в зеленосланцевой фации филлитами, метапесчаниками, метаалевролитами, кварцитами и разнообразными кварцево-сланцевыми сланцами с графитом и с прослоями метариолитов, метадацитов, метатрахилитов и их туфов [6, 14]. О внутрикратерной локализации и постимпактном накоплении эекитской серии свидетельствуют и находки среди метатерригенных пород октаэдрических зёрен хромшпинелидов и муассанита [6]. Их природа может быть связана с разрушением соответственно мантии и астероида. По данным сейсморазведки, эекитская серия с несогласием перекрывается терригенно-карбонатными отложениями рифея мощностью 1500 м, которые целиком заполняют оvoidный в плане бассейн седиментации [14]. Общая мощность этих образований составляет 4100 м [14], что согласуется с приведённой выше оценкой глубины ударного кратера.

По данным бурения, породы эекитской серии прорваны субщелочными габброидами возрастом 2036 ± 7 млн лет (Rb–Sr метод) и гранитоидами, датированными в интервале от 2012 ± 30 до 2111 ± 20 млн лет (по циркону, SHRIMP II) [6]. По всей видимости, палеопротерозойские процессы вулканизма и магматизма, равно как и все последующие события регионального метаморфизма эекитской серии и её метасоматоза (возраст мусковита в гранитах 2000–1950 млн лет, K–Ar метод [6]), были структурно обусловлены тектоническими каналами импактного происхождения, обеспечивавшими тепломассоперенос и высокую магматическую проницаемость коры.

Если опираться на вывод о внутрикратерном накоплении эекитской серии, породы которой содержат минералы мантийной и астероидной природы, и на возраст прорывающих её гранитов и габбро, то время Оленёкского импактного события можно отнести к третьему этапу массивованных астероидных атак Земли: 2.6–2.4 млрд лет назад [15].

Итак, в аспекте рассматриваемой проблемы можно заключить, что накопление осадочно-вулканогенных пород эекитской серии осуществлялось в ударном кратере и, по всей видимости, на раздробленном фундаменте, который состоял из коро-мантийной смеси, содержащей минералы из фрагментов астероида. Это был длительно развивающийся процесс, в течение которого происходили дезинтеграция и размыв внутренних и внешних стенок кратера и пород-индикаторов импактного события. Весь этот материал накапливался преимущественно внутри кратера и частично за его пределами [14] за счёт размыва внешней части кольцевого вала – неперенного структурного элемента ударного кратера.

Третье следствие: начало формирования свода и активизация магматизма на платформенном этапе. Платформенный чехол развит на всей территории ОКС неравномерно. Он сложен терригенными и карбонатно-терригенными последовательностями рифея-венда, венда-кембрия, среднего палеозоя, карбона-перми, нижнего и верхнего триаса, юры, нижнего мела и кайнозоя. Эти серии пород отлагались в условиях морского мелководья и прибрежных лагун [6], и их облик свидетельствует о том, что на платформенном этапе развития в результате постударной релаксации коры эта структура, начиная с конца рифея, представляла собой пологий свод, постепенно воздымающийся до настоящего времени.

На относительно небольшом пространстве этого свода в ходе его воздымания имели место эпизоды тектоно-магматической активизации ОКС. В результате её относительно замкнутое пространство оказалось насыщено проявлениями основного рифейско-вендского, венд-нижнекембрийского, раннекембрийского, позднедевонско-каменноугольного и мезозойского магматизма [6, 9], проявленного в виде даек, силлов и многочисленных разновозрастных кимберлитовых трубок и жил непродуктивных кимберлитов (см. рис. 1в). Исключением служат трубка Дьянга с Rb–Sr возрастом 235–249 млн лет, содержащая алмазы с «тяжёлым» (мантийным) составом углерода: $\delta^{13}\text{C} = -9.30\%$ [10] (546 кристаллов из объёма 108 м^3) и дайка Ж-79 (17 кристаллов из объёма 8.5 м^3) – Молодо-Уджинское кимберлитовое поле [6]. Эта аномалия, учитывая непродуктивность остальных кимберлитовых полей, свидетельствует, прежде всего, о том, что в результате Оленёкского импактного события, приведшего к дезинтеграции алмазоносной мантии, в её пределах сохранились «целики», не затронутые астероидным ударом и восходящим термо-флюидным взрывом.

Полихронный (фанерозойский) магматизм связывают с дрейфом Сибирской платформы из зоны экватора в докембрии в высокие широты через Исландское «го-

рчаее поле». По этой причине внутриплитный магматизм Оленёкской изверженной субпровинции по геохимическим показателям оказался адекватным плюмовому режиму [4, 9]. Такой территориально ограниченный режим осуществлялся в условиях подъёма астеносферы и уровня геотермы 1000°C [16] по субвертикальной зоне высокой магматической проницаемости импактной природы (см. рис. 1а, в). Возможно, что гравитационные максимумы внутри ОКС отражают нескрытые очаги магм основного состава – индикаторы начала поднятия свода.

Четвёртое следствие: окончательное формирование кольцевого свода и образование алмазоносных россыпей. Завершение постимпактного развития выразилось в окончательном становлении ОКС как положительной морфоструктуры. Этот процесс происходил в интервале от триаса до мела и был связан, скорее всего, с термомассопереносом по той же постимпактной тектонической зоне, которая служила каналом для магматических образований фанерозоя. Об этом свидетельствует размещение осадочных комплексов триаса, юры и мела в узкой полосе вдоль западной, северной и восточной краевых частей свода и относительно высокая концентрация алмазов в отложениях рэтского яруса триаса [6, 7]. В четвертичное время в пределах западной – Прианабарской и восточной – Приленской частей подножья свода за счёт размыва промежуточных древних (начиная с рифея) коллекторов алмазов и их спутников – пикроильменитов, хромшпинелидов и, реже, пиропов (рис. 2) – произошло формирование богатейших аллювиальных россыпей алмазов: Эбелях, Браас-Юрях, Гусиный, Холмолоох, Исток, Молодо и др. [6, 7].

Итак, можно заключить, что происхождение уникальных по запасам россыпных месторождений алмазов Оленёкской провинции не было связано с кимберлитами и

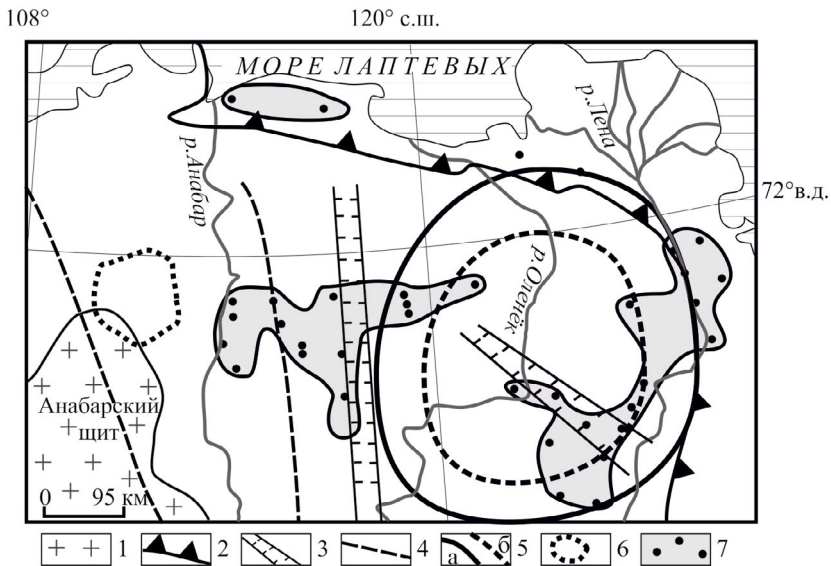


Рис. 2. Генерализованная схема находок алмазов в древних промежуточных коллекторах Анабаро-Ленской алмазоносной провинции (по [7] с упрощением): 1 – архейские образования Анабарского щита; 2 – граница Сибирской платформы; 3 – границы палеорифтов; 4 – разломы; 5 – внешний (а) и внутренний (б) контуры Оленёкской кольцевой структуры; 6 – Попигайская астроблема; 7 – ареалы полихронных (рифей – мел) осадочных пород с пунктами обнаружения алмазов.

лампроитами, но опосредованно – с импактным событием, закратерным выбросом газо-пылевого облака, насыщенного флюидами и большим объёмом материала алмазоносной мантии (как перемещённого коренного источника алмазов). Это объясняет непродуктивность подавляющего большинства кимберлитовых трубок и жил, которые, даже при условии их алмазоносности, не могли бы обеспечить столь богатые россыпные месторождения, сосредоточенные в окаймлении Оленёкского свода, куда многочисленными водными потоками сносился алмазоносный материал.

Геофизическая аномалия Банги (Центральная Африка) как возможный прототип ОКС. К одному из возможных следствий импактного события, связанному с проблемой алмазоносности (подобно ОКС), относится гигантская древняя структура Банги (Bangué) площадью 700 000 км², с внешним диаметром 810 км и внутренним кольцом диаметром 490 км (Центральная Африка [12, 17]). Эта древнейшая (более 3.0 млрд лет) структура отражена в аномальном магнитном поле (амплитуда 28 нТл) и гравитационной аномалии Буге (120 мГал) и, по некоторым данным, может иметь импактную природу [17]. Грандиозные размеры структуры позволяют предполагать ультраглубинное геодинамическое проникновение ударной волны и соответствующий этому гигантский закратерный выброс глубинного вещества с микрокристаллическими алмазами X-разновидности (карбонадо). Богатые россыпи таких алмазов в протерозойских и современных россыпях, локализованных вокруг центра кольцевой структуры Банги, включают и провинцию Бахья (Bahia) в Бразилии, которая в раннем архее вместе с Африкой входила в состав докембрийского суперконтинента и могла служить ареной осаждения материала закратерного выброса этой астроблемы.

Заключение. Выдвинутая концепция причинно-следственной связи позднеархейского импактного события и синхронного термо-флюидного взрыва с последующими этапами тектоно-магматической эволюции Оленёкской кольцевой структуры подтверждает версию о некимберлитовой и нелампроитовой природе источника докембрийских алмазов со специфическими свойствами в древних и современных россыпях. Она обосновывает тем самым причину непродуктивности кимберлитов фанерозоя в Оленёкской кольцевой структуре изначально импактного происхождения. Важную роль в отношении внутриплитного магматизма и других эндогенных и экзогенных процессов приобретают структуры высокой термо-флюидной и магматической проницаемости импактного генезиса. С этим структурным феноменом могут быть связаны не только россыпные месторождения алмазов (Банги), но и другие полезные ископаемые, включая углеводороды. Например, астроблема Сёдбери сопровождается медно-никелевыми месторождениями, локализованными в дайках и расслоенной интрузии, а с последствием крупного импактного события связывают генезис золото-урановых месторождений Витватерсранда [5]. Всё это согласуется с представлениями о большом влиянии масштабных астероидных атак ранней Земли на многообразие необратимых геологических процессов нашей планеты и их минерагению [4, 5, 15, 18].

ЛИТЕРАТУРА

1. Асхабов А.М., Мальков Б.А. Кватеронная модель импактного генезиса карбонадо // ДАН. 2010. Т. 435, № 2. С. 223–234.
2. Афанасов В.П., Елисеев А.П., Надолинный В.А., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Рылов Г.М., Томиленко А.А., Горяйнов С.В., Юрьева О.П., Сонин В.М., Чепуров А.И. Минералогия и некоторые вопросы генезиса алмазов V и VII разновидностей (по классификации Ю.Л. Орлова) // Вестник ВГУ. Сер. геология. 2000. Вып. 5 (10). С. 79–97.

3. Глуховский М.З. Геологическая эволюция фундаментов древних платформ (нуклеарная концепция). М.: Наука, 1990. 215 с.
4. Глуховский М.З., Кузьмин М.И. Внеземные факторы и их роль в тектонической эволюции Земли в раннем докембрии // Геология и геофизика. 2015. Т. 56, № 7. С. 1225–1249.
5. Глуховский М.З., Величкин В.И., Шумилин М.В. Тектонические аспекты проблемы докембрийской металлогении золота и урана // ДАН. 2017. Т. 472, № 1. С. 57–61.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М. 1 000 000 (третье поколение). Серия Анабаро-Вилуйская. Лист R-51 – Джарджан. Объяснительная записка / Гл. редактор А.П. Кроначев. СПб: ГМП РФ, ФГУП ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского, Картфабрика ВСЕГЕИ, 2013. 395 с.
7. Граханов С.А., Шаталов В.И., Веретенников В.А., Егоров К.Н., Липашова А.Н., Помазанский Б.С., Селиванова В.В. Древние россыпи алмазов Сибирской платформы // Вестник ВГУ. Сер. геология. 2006. № 2. С. 167–177.
8. Егоркин А.В., Чернышов Н.М., Данилова Е.Г., Кун В.В., Щеглова Л.Б. Региональное сечение через север Азиатского континента (профиль Воркута-Тикси) // Сейсмические модели литосферы основных геоструктур территории СССР. М.: Наука, 1980. С. 61–67.
9. Киселёв А.И., Кочнев Б.Б., Ярмолюк В.В., Егоров К.Н. Проявления нижнекембрийского плюмового магматизма на северо-востоке Сибирского кратона (Оленёкское поднятие) // ДАН. 2015. Т. 465, № 6. С. 700–705.
10. Коптиль В.И. Типоморфизм алмазов юго-востока Сибирской платформы в связи с проблемой прогнозирования и поисков алмазных месторождений. Автореф. канд. дисс. Новосибирск: Ин-т минералогии и кристаллографии СО РАН, 1994. 34 с.
11. Коротченкова О.В., Чайковский И.И. Морфологическая характеристика алмазов из туффизитов месторождения «Ефимовское» Вишерского Урала // Изв. Коми НЦ УРО РАН. 2012. С. 64–67.
12. Мальков Б.А. Ксенолиты и ксенокристы в кимберлитах России. Сыктывкар: Коми пединститут, 2009. 96 с.
13. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.
14. Старосельцев В.С., Шишкин Б.Б., Берилко Г.А. Нижний протерозой Анабарской антеклизы – базальный комплекс чехла Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2013. №3. С. 3–12.
15. Glikson A.Y. Archaean Geological and Geochemical. Windows into the Early Earth. N-Y.: Springer publ., 2014. 238 p.
16. Griffin W.L., Ryan C.G., Kaminsky F.V., O'Reilly S.Y., Natapov L.M., O'Reilly, Win T.T., Kinny P.D., Lupin I.P. The Siberian lithosphere traverse: mantle terranes and assembly of the Siberian Craton // Tectonophysics. 1999. V. 310. P. 1–35.
17. Girdler R.W., Taylor P.T., Frawley J.J. A possible impact origin for the Bangui magnetic anomaly (Central Africa) // Tectonophysics. V. 212. № 1–2. 1992. P. 45–58.
18. Melosh H.J. Impact cratering: a geological process. N-Y., Oxford University, Inc., 1989. 245 p.

REFERENCES

1. Askhabov A.M., Mal'kov B.A. Quataron model of the impact origin of carbonado. *Doklady Earth Sciences*. **435** (1), 1476–1477 (2010). DOI: 10.1134/S1028334X10110140.
2. Afanasov V.P., Yeliseev A.P., Nadolinnyi V.A., Zinchuk N.N., Koptil' V.I., Rylov G.M., Tomilenko A.A., Goryainov S.V., Yur'eva O.P., Sonin V.P., Chepurov A.I. Mineralogy and some aspects of diamonds type V and VII genesis to classify by Yu. Orlov). *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya Geologiya*. **5** (10), 79–97 (2000) (in Russian).

3. Glukhovskii M.Z. *Geological evolution of cratonic basements. A nuclear concept*. 215 p. (Moscow: Nauka Publishing House, 1990) (in Russian).
4. Glukhovskii M.Z., Kuz'min M.I. Extraterrestrial factors and their role in the Earth's tectonic evolution in the Early Precambrian. *Russian Geology and Geophysics*. **56**, 959–977 (2015).
5. Glukhovskii M.Z., Velichkin V.I., Shumilin M.A. Tectonic Aspects of Precambrian Metallogeny of Gold and Uranium. *Doklady Earth Sciences*. **272** (1), 6–10 (2017).
6. *A National Geological Map of the Russian Federation*. Scale 1:1 000 000 (3rd Generation). Anabar – Vilyui Series. R-51 Sheet – Dzhardzhan. Explanatory Notes. Ed. by A.P. Kronachev. 395 p. (St.-Petersburg: VSEGEI, 2013) (in Russian).
7. Grakhanov S.A., Shatalov V.I., Veretennikov V.A., Yegorov K.N., Lipashova A.N., Pomazanskii B.S., Selivanova V.V. Diamond placer deposits of the Siberian Craton. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya Geologiya*. **2**, 167–177 (2006) (in Russian).
8. Yegorkin A.V., Chernyshov N.M., Danilova Ye.G., Kun V.V., Shcheglova L.B. Regional transect trough Northern Asia. Vorkuta – Tiksi profile. *Seismic models of the Main Lithospheric Structures of the USSR*. P. 61–67 (Moscow: Nauka Publishing House, 1980) (in Russian).
9. Kiselev A.I., Egorov K.N., Kochnev B.B., Yarmolyuk V.V. Early Cambrian magmatism in the northeastern Siberian Craton (Olenek Uplift). *Doklady Earth Sciences*. **465** (2), 1218–1223 (2015). DOI: 10.1134/S1028334X15120235.
10. Koptil' V.I. *The diamond typomorphic features with regard to the prospecting of deposits, the Siberian Craton South East*. PhD thesis. 34 p. (Novosibirsk: Institute of the Siberian Branch RAS, 1994) (in Russian).
11. Korotchenkova O.V., Chaikovskiy I.I. Morphological features of diamonds from tuffisites, Yefimovskoe Field, Vishera River Basin, Urals. *Izvestiya Komi NC URO RAN*. P. 64–67 (2012) (in Russian).
12. Mal'kov B.A. *Xenoliths and xenocrysts in kimberlites of Russia*. 96 p. (Syktyvkar: Komi Pedinstitut, 2009) (in Russian).
13. Orlov Yu.L. *Mineralogy of diamond*. 264 p. (Moscow: Nauka Publishing House, 1984) (in Russian).
14. Starosel'tsev V.S., Shishkin B.B., Berilko G.A. Lower Proterozoic of the Anabar Antecline – basal unit of the Siberian Craton sedimentary cover. *Geology and Mineral Resource of Siberia*. **3**, 3–12 (2013) (in Russian).
15. Glikson A.Y. *Archaean Geological and Geochemical windows into the Early Earth*. 238 p. (NY: Springer publ., 2014).
16. Griffin W.L., Ryan C.G., Kaminsky F.V., O'Reilly S.Y., Natapov L.M., O'Reilly, Win T.T., Kinny P.D., Ilupin I.P. The Siberian lithosphere traverse: mantle terranes and assembly of the Siberian Craton. *Tectonophysics*. **310**, 1–35 (1999).
17. Girdler R.W., Taylor P.T., Frawley J.J. A possible impact origin for the Bangui magnetic anomaly (Central Africa). *Tectonophysics*. **212** (1–2), 45–58 (1992).
18. Melosh H.J. *Impact cratering: a geological process*. 245 p. (NY: Oxford University, Inc., 1989).