

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВНОВЬ ВЫЯВЛЕННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ДЕПРЕССИЙ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ

А. И. Шерстяных¹, Я. С. Коробков¹, И. Г. Коробков²

¹ Ботубинская ГРЭ АК АЛРОСА (ПАО), г. Мирный

² Мирнинский политехнический институт

Поступила в редакцию 25 января 2017 г.

Аннотация: проведено изучение тектонического строения кимберлитовых полей Якутской алмазонасной провинции. Выполненные исследования показали, что в пределах всех кимберлитовых полей картируются линейные депрессии, выделяемые в ранге тектонических грабенов. В плане они имеют сложный рисунок с резкими азимутальными переходами и разветвлениями различной протяженности и амплитуды. Данные структуры унаследовано находят свое отображение на разных этапах осадочного чехла. Протяженность наиболее контрастных грабенов в пределах кимберлитовых полей составляет первые десятки километров, при ширине от 1,5-2,0 до 3-4 км. Их более мелкие боковые ответвления имеют протяженность до 4-8 км при ширине от 0,5-1,0 до 1,5 км. Эти структуры контролируют положение тальвегов верхнепалеозойской гидросети. Отмечено, что в пределах грабенов происходит внедрение основных объемов магматического расплава пермо-триасовых базитовых вулканоструктур, который при остывании образует изогнуто-вытянутые валлообразные массивы повышенной мощности. Установлено, что минерогеническое значение грабенов определяется тем, что только в их пределах располагаются все известные кимберлитовые тела. Широкая проявленность этих структурно-тектонических предпосылок в пределах известных кимберлитовых полей позволяет их рекомендовать для включения в систему факторов локального прогнозирования коренных источников алмазов.

Ключевые слова: структуры кимберлитовых полей, тектонические грабены, локальный прогноз коренной алмазонасности.

THE ORIGIN OF NEWLY DETECTED LINEAR DEPRESSIONS YAKUTIAN DIAMONDIFEROUS PROVINCE KIMBERLITE FIELDS AND THEIR IMPORTANCE FOR THE LOCAL FORECAST IS A NATIVE OF DIAMOND

Abstract: investigation of kimberlite fields' tectonic structure of the Yakutian diamondiferous province has been carried out. The studies have shown that linear depressions detected in the tectonic graben form within all kimberlite fields are mapped. In plain view, they have a complex pattern with abrupt azimuth transitions and branching of varying length and amplitude. The structures inherited find their place on the different stages of the sedimentary cover. The extension of the most contrasting grabens within the kimberlite fields is of a few tens of kilometers, with a width of 1.5-2.0 to 3-4 km. Their smaller side branches have a length of 4-8 km, with the width of 0.5-1.0 to 1.5 km. These structures control the valley bottoms position of the Upper Paleozoic drainage system. It is noted that within the grabens is the introduction of basic volumes of magmatic melt of Permian-Triassic basic volcanostructures which on cooling forms a curved, elongated swell-like blocks of high density. It found that mineragenetic grabens value is determined by the fact that only they are placed within the known kimberlite bodies. Wide occurrence of these structural-tectonic preconditions within known kimberlite fields allows them to be recommended for inclusion in the factor system of local forecast of primary diamondiferousness.

Key words: structures of kimberlite fields, tectonic grabens, local forecast of primary diamondiferousness.

Накопленный за последние годы новый фактический материал по геологическому строению алмазонасных районов Якутской провинции, в том числе по структурным позициям коренной алмазонасности в

пределах известных кимберлитовых полей вызывает необходимость доработки и усовершенствования используемых прогнозно-поисковых моделей для поздних стадий поисковых работ. Характеристика этих

моделей в значительной мере основывается на предпосылках поискового прогнозирования. Среди всего комплекса этих предпосылок, наиболее значимыми являются структурно-тектонические. На детальных стадиях алмазопроисловых работ, они отражают потенциально кимберлитовмещающие структуры, а также формы их отображения в перекрывающем комплексе.

Тектонические факторы прогноза

Сущность тектонических факторов прогноза заключается в приуроченности кимберлитовых трубок и их кустов к зонам активного динамического влияния разрывных нарушений с шириной для каждой из этих зон в первые километры и протяженностью не менее первых десятков километров. Учитывая слабую контрастность проявления разрывных нарушений в разрезе вмещающих осадочных образований, выделение и прослеживание разломов традиционно опирается на различные формы их отражения в геофизических полях. Так, в геомагнитном поле – это линейные аномалии при выполнении разломов дайками базитового состава. В поле силы тяжести при развитии тех же даек – линейно вытянутые узкие положительные аномалии и близкие по форме отрицательные аномалии над областями разуплотнения пород. В сейсмическом поле разломы фиксируются линейными субвертикальными зонами потери корреляции отраженных волн, сложной дифракционной картиной и наличием заметных смещений отражающих горизонтов. В геоэлектрическом поле разрывные нарушения находят свое отражение в проявлении линейных зон повышенных сопротивлений и аномальной поляризуемости. Данные формы отражения разломов в геофизических полях с определенным успехом могут сработать при их выделении в благоприятных геолого-ландшафтных ситуациях – на открытых полях и участках с минимальной мощностью захороняющих отложений. Однако при поисках погребенных тел наличие значительных помех, вызванных сложным строением перекрывающего комплекса и в первую очередь трапповых образований, зачастую приводит к затуханию и значительному искажению полезного сигнала от искоемых тектонических нарушений.

Важным моментом локального прогнозирования с использованием структурно-тектонических факторов является и понимание сущности геологического выражения кимберлитоконтролирующих разломов – относятся ли к ним зоны повышенной трещиноватости, конкретные разрывные нарушения или другие структурные элементы, а также каковы формы их отражения в бронирующих образованиях траппового комплекса? Частичное разрешение этих вопросов было получено нами при проведении исследований в пределах Мирнинского, Накынского, Алакит-Мархинского, Моркокинского, Далдынского, Верхнемунского, Куойкского и Мерчимденского полей [1].

Основной целью работы было выделение и изучение структур околотрубочного пространства и установление возможности их использования в каче-

стве локальных и узколокальных факторов прогнозирования.

Структуры околотрубочного пространства

Выполненные исследования показали, что в пределах всех кимберлитовых полей картируются линейные депрессии, выделяемые нами в ранге тектонических грабенов (Рис. 1).

В анализируемых структурных поверхностях, они имеют довольно сложный рисунок часто с резкими разноплановыми (азимутальными) переходами и разветвлениями различной протяженности и амплитуды. Данные структуры унаследовано находят свое отображение на разных этажах осадочного чехла.

Протяженность наиболее выраженных грабенов в пределах названных кимберлитовых полей составляет первые десятки километров, при ширине от 1,5–2,0 до 3–4 км. Их более мелкие боковые ответвления имеют протяженность до 4–8 км при ширине от 0,5–1,0 до 1,5 км. Эти структуры, как показывают литолого-фациальные реконструкции, контролируют положение тальвегов верхнепалеозойской гидросети [2]. Однако наиболее важным здесь является тот установленный факт, что именно в пределах характеризуемых грабенов происходит внедрение основных объемов магматического расплава пермо-триасовых базитовых вулканоструктур, остывая которых овеществляется в изогнуто-вытянутых валлообразных массивах повышенной мощности [3]. На бортах грабенов, а также на участках выклинивания почти повсеместно наблюдается расщепление интрузивов на несколько тел с подъемом их подошвы на более высокие гипсометрические уровни и с изменением залегания от пологого до полого секущего и круто восстающего. Постепенное уменьшение мощности с подъемом подошвы интрузивных тел, приуроченных к грабенам, наблюдается и по их простиранию. Причем вектор этих изменений всегда направлен к верховьям данных структур, то есть к их торцевому выклиниванию. Это в первую очередь связано с самим механизмом внедрения расплава, движущей силой которого является избыточное давление его газофлюидной составляющей, стремящейся всегда вверх в области наименьшего литостатического давления. Получаемый при этом характер распределения мощностей интрузивных массивов находит свое отображение в гравимагнитных геофизических полях в виде повышенных значений над осевыми линиями валлообразных массивов (Рис. 2).

Последнее представляется весьма актуальным при изучении площадей и участков с широким развитием трапповых интрузий с целью их районирования и структурного картирования кимберлитовмещающего основания.

Весьма интересные факты были установлены нами при морфоструктурном анализе погребенной поверхности карбонатного цоколя в пределах Алакит-Мархинского поля. Так было установлено, что в пределах верховьев эрозионно-структурных депрессий вблизи

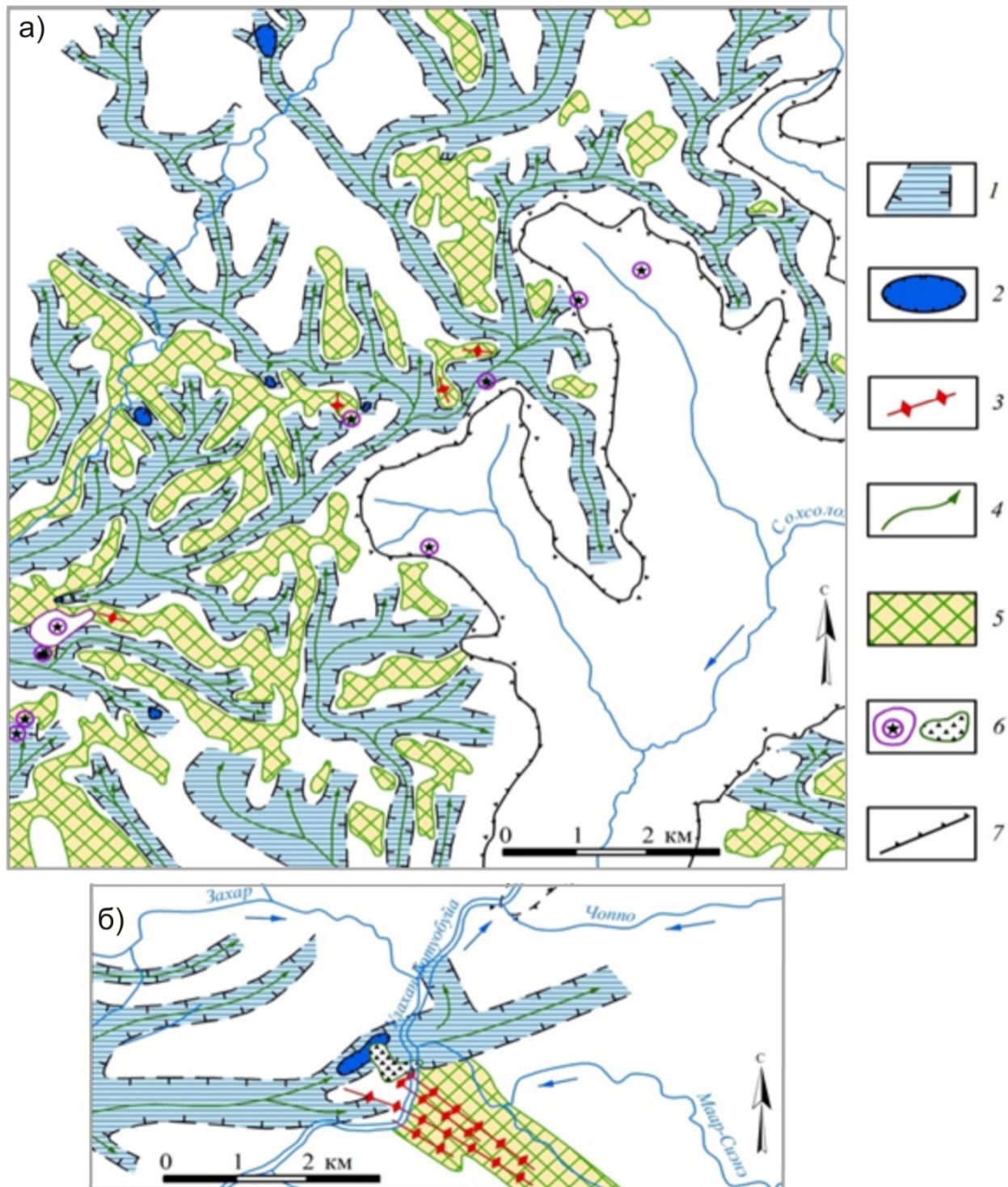


Рис. 1. Схема проявления структурно-тектонических и структурно-морфологических факторов локального прогнозирования: а) – центральная часть Алакит-Мархинского поля (Дадыно-Алакитский район), б) – Чернышевская площадь (Мало-Ботуобинский район): 1 – структурные грабены; 2 – отрицательные изометричные морфоструктуры, выделенные в рельефе карбонатного цоколя; 3 – оси гребневидных и антиклинальных складок; 4 – направления движения магматического расплава трапповых интрузий вулканоструктур; 5 – участки резкого сокращения и выклинивания трапповых интрузий; 6 – трубки взрыва: а – кимберлитовые, б – базитовые; 7 – граница открытого карбонатного поля.

многих известных кимберлитовых трубок картируются весьма контрастные субизометричные воронкообразные формы рельефа. Размеры их соизмеримы с трубочными и составляют от 100x200 до 300x500 м. Удаленность от трубок не превышает первых сотен

метров. Высокая контрастность данных отрицательных форм рельефа подчеркивается их глубиной, которая по материалам бурения составляет от 20–25 до 35–40 м.

Формирование этих морфоструктур, учитывая их

приуроченность к вершинам палеодолин и ложбинообразных депрессий, не может быть объяснено влиянием лишь одних экзогенных эрозионно-денудационных факторов, роль которых в данных палеоландшафтных ситуациях была весьма ограниченной. Подобные локальные изометричные западины установлены также вблизи отдельных трубок на Верхнемунском и Далдынском кимберлитовых полях. Глубокие карстовые воронки, перекрытые мезозойскими осадками, закартированы и около кимберлитовых диатрем Накынского поля. Учитывая выше изложенное и, в первую очередь, тесную пространственную связь этих морфоструктур с известными кимберлитовыми телами, рассмотрим в качестве рабочей гипотезы возможный эндогенный механизм их образования. На наш взгляд формирование подобных воронкообразных морфоструктур предопределено развитием различных форм проявления кимберлитобразующих процессов. Для кимберлитового магматизма специфика этих форм отражается во взаимоувязанных интрузивных и эксплозивных проявлениях трубочного типа. Само формирование трубок взрыва не являлось одноактным процессом, а носило более сложный импульсивный характер, о чем лишний раз свидетельствует ши-

рокая распространенность в пределах кимберлитовых полей парных диатрем и их сближенных групп (кустов). Очевидно, что масштаб кимберлитопроявлений (размеры и количество трубочных тел в кустах) напрямую зависели от объема поднимающегося расплава и степени его насыщения газовой составляющей. Последняя, обладая избыточным давлением, является его основной движущей силой и главным агентом непосредственно производящим взрывные каналы во вмещающих образованиях. При достаточном объеме кимберлитового расплава происходит полное заполнение прорванных каналов. В случаях же его определенного дефицита при подобном механизме формирования трубок взрыва, несомненно, должны возникать условия, когда полезное заполнение образованных полостей происходит лишь в единичных случаях, либо частично или не происходит вовсе. Примерами, иллюстрирующими подобные ситуации, являются трубка «им. М. М. Одинцова», перекрытая карбонатной брекчией мощностью до 130 м (Алакит-Мархинское поле), «слепые» тела, выявленные при разведке и эксплуатации трубок «Мир» (Мирнинское поле), «Удачная» (Далдынское поле). К ним могут быть также отнесены карбонатные образования тру-

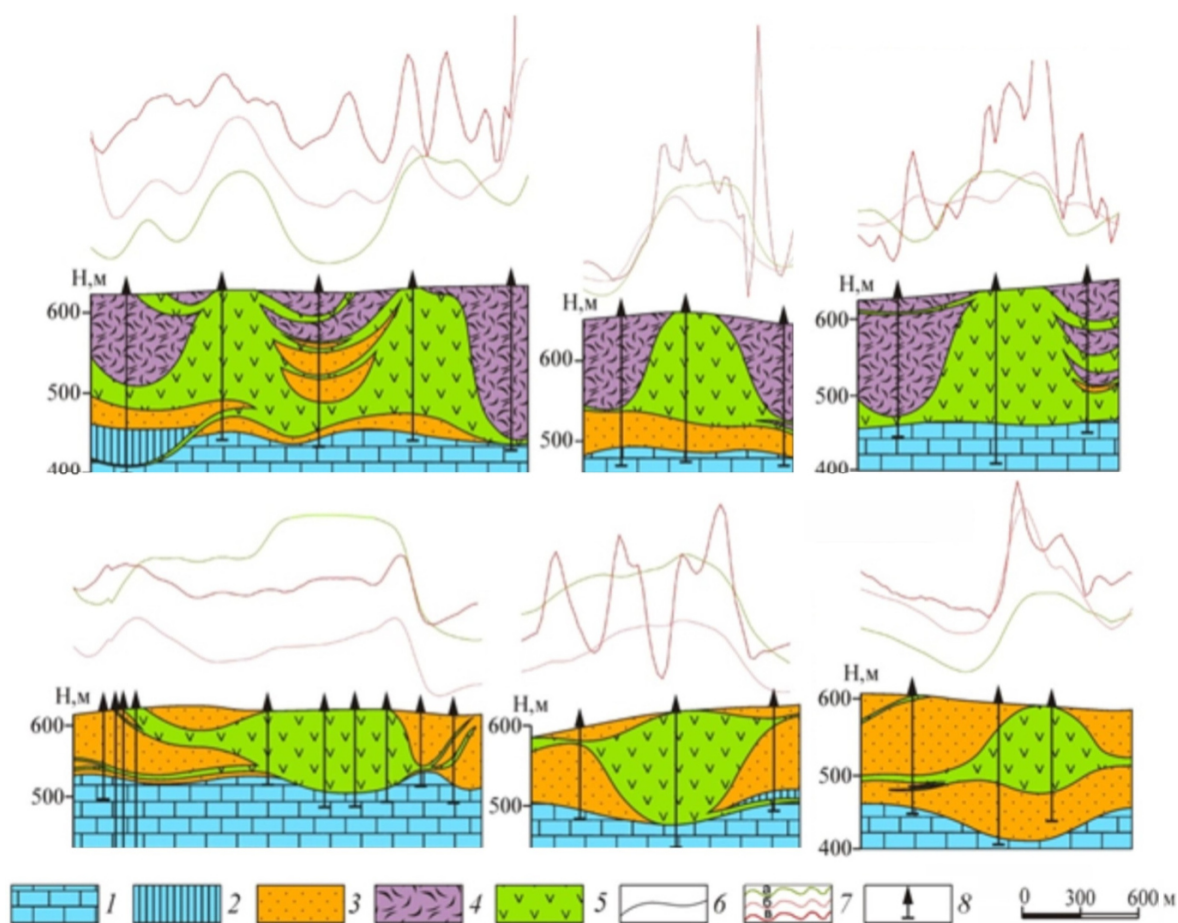


Рис.2. Типовое отображение валообразных массивов в геофизических полях на площади Алакит-Мархинского поля: 1 – терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя; 2 – иньективные блоки пород нижнего палеозоя; 3 – терригенные отложения верхнего палеозоя; 4 – туфы; 5 – долериты; 6 – геологические границы; 7 – наблюдаемые графики геофизических полей: а) гравитационного; б) магнитного по данным аэромагнитной съёмки; в) по данным наземной съёмки; 8 – скважины.

бочного тела «Ан-6/68», связанные с взрывами основного состава (Лапчанская площадь, Мало-Ботуобинский район). Таким образом, в описанных ситуациях нереализованные (незаполненные расплавом) взрывные каналы явились лишь своеобразными предохранительными клапанами, сработавшими для разгрузки резко возрастающего давления поднимающейся газофлюидной составляющей магматического расплава. Естественно, что подобные «сухие» взрывы трубчатого типа приводят к образованию во вмещающих отложениях локальных субизометричных участков интенсивной дробленности, трещиноватости и брекчирования пород с последующими наложениями в их пределах просадочных явлений и возможным развитием карстовых процессов. Соответственно этому данные участки должны находить свое отображение в рельефе карбонатного основания в виде отдельных (или сближенных) отрицательных морфоструктур, размеры и контрастность которых будут находиться в прямой зависимости от масштаба произведенных газовых взрывов и интенсивности, нивелирующих экзогенных рельефообразующих процессов, а также от глубины общего эрозионного среза территорий.

Очевидно, что в благоприятных геолого-поисковых ситуациях и при отсутствии бронирующих трапповых интрузий данные морфоструктуры, как участки разуплотнения пород, должны найти свое отражение в геофизических полях и, в частности, в гравитационном поле – в виде локальных отрицательных изометрических аномалий. И хотя данный фактор еще требует дополнительной адаптации в различных геолого-ландшафтных обстановках, позволим его рекомендовать в качестве косвенного морфоструктурного фактора поискового прогнозирования. Не исключено, что при более глубинном изучении описанных выше морфоструктур и подтверждения их эндогенной природы, они перейдут в разряд ведущих поисковых предпосылок проявленности как «слепых» кимберлитовых тел типа трубки «им. М.М. Одинцова», так и еще невыявленных коренных алмазодносных объектов.

В отличие от структурных элементов, выраженных в линейных и изометричных отрицательных формах анализируемых поверхностей, следующая группа структур кимберлитовых полей имеет положительный знак. Самыми мелкими элементами (микроструктурами) здесь являются антиклинальные и гребневидные складки. Размеры этих структур в отдельности не велики и составляют от 3–5 до 10–50 м по ширине и от 20–50 до 100–300 м по длинной оси. Однако, группируясь в отдельные серии, они нередко образуют протяженные зоны длиной 3–4 км при ширине до 0,3–0,5 км, становясь в этой совокупности уже соразмерными с вышеописанными структурами отрицательного плана. Пространственно, а на наш взгляд и генетически, данные складчатые формы тяготеют к бортам грабенов, а также участкам их пересечения (раздвоения), где они образуются в условиях сжатия, возникающего при сопротивлении полужесткого карбонатного осно-

вания с одной стороны и раздвиговых усилий, формирующих эти структуры с другой. Как показали наши исследования в Мало-Ботуобинском районе подобные складчатые формы не являются единственным выражением сжатия. Так, в прибортовых частях грабенов, отождествляемых с Сылагинским и Буордахским разломами, закартированы и надвиговые зоны и горстообразные структуры.

Проведенные структурные построения в пределах Алакит-Мархинского поля показывают широкое развитие здесь положительных грядообразных форм. По отношению к выделяемым грабенам они являются их разделяющими элементами и также имеют сложный плановый рисунок за счет наложения более мелких отрицательных форм. Протяженность их составляет от 1–3 до 5–7 км, при ширине от 100–300 м до 2–3 км. По-видимому, они также относятся к зонам сжатия, выражением которых являются серии сближенных гребневидных (антиклинальных) складок и сглаженные горстообразные морфоструктуры.

Рассмотрим далее характер отображения вышеописанных положительных структур в особенностях строения трапповых образований. Проведенный сравнительный анализ показал, что в пределах изученных территорий кимберлитовых районов как отдельные гребневидные (антиклинальные) складки, так и зоны их сближенного параллельного распространения являются «виновниками» появления среди полей развития интрузивного комплекса так называемых трапповых «коридоров» и «тоннелей» – вытянутых участков полного выклинивания или резкого сокращения мощностей интрузий долеритов.

По данным отдельных исследователей в пределах Алакит-Мархинского поля межтрапповые «коридоры» представляют собой вытянутые (2–5 x 20–30 км) локальные участки, сложенные верхнепалеозойскими отложениями сокращенной мощности [4].

Ширина и протяженность этих «коридоров» и «тоннелей» определяется размерами и амплитудой самих гребневидных морфоструктур. Наиболее же широкие и протяженные «коридоры» и «тоннели» образуются соответственно над более крупными грядообразными структурами рельефа поверхности карбонатного основания. При этом в пределах выклинивания данных положительных форм – на их структурных носках, нередко отмечается появление так называемых трапповых «окон», являющихся по сути субизометричными фрагментами тех же самых «коридоров», отделенных от них своеобразными арками соединявшихся (слившихся) интрузивных тел. Вдоль границ «коридоров», «тоннелей» и «окон» практически всегда картируются контура расщепления интрузий с подъемом их подошвы на более высокие гипсометрические уровни. Крутизна же этого подъема напрямую зависит от крутизны склонов самих гребневидных и грядообразных структур. Полученные результаты позволяют составить иерархический ряд унаследованного отображения структур нижнепалео-

зойского основания в особенностях строения трапповых образований: разноплановая система грабенов – валообразное распределение интрузий долеритов; зоны сближенных гребневидных (антиклинальных) складок, грядообразные, горстообразные морфоструктуры – широкие и протяженные бестрапповые «коридоры»; отдельные гребневидные складки, мелкие водораздельные валы, структурные носы грядообразных морфоструктур – узкие и непротяженные «коридоры»; «тоннели» и «окна», выраженные резким сокращением мощностей интрузивного комплекса.

Выводы

Как показали выполненные построения практически все кимберлитовые тела в закрытой части Алакит-Мархинского поля легли в «верховья» (участки торцевого выклинивания) грабенов, а также их боковых ответвлений, где, как было показано выше, наблюдается выклинивание валообразных трапповых интрузивов. Для этих же участков характерно и более частое появление гребневидных (антиклинальных) складок и выступов, узких грядообразных структур, отображением которых в трапповых структурах служат, в свою очередь, вышеописанные «коридоры», «тоннели» и «окна». Подобная сопряженность этих структурных элементов в околотрубочных пространствах была отмечена и в пределах Мирнинского кимберлитового поля, где также почти все кимберлитовые и базитовые трубки расположены на выклинивании грабенов, в том числе и их боковых ответвлений. В карьерном поле трубок «Мир», «Дачная», «им. XXIII съезда», а также в шахтном поле трубки «Интернациональная» фиксируются и фрагменты антиклинальных складок различных простираний. Расположенная в западной части Мало-Ботубинского района (Чернышевская площадь) группа среднепалеозойских базитовых тел «Маар-Сиене» также находится в зоне сочленения выклинивающегося структурного грабена и серии гребневидных складок (Туфовый разлом) с бестрапповым коридором над ними. Полностью аналогичная структурная ситуация по нашим полевым наблюдениям фиксируется и в районе трубки «Моркока» (Моркокинское поле). Пликативные дислокации подобного характера отмечены и в ближайшем околотрубочном пространстве трубки «Удачная» [5–7]. Мелкие антиклинальные складки зафиксированы нами в пределах Мерчимденского и Куойкского кимберлитовых полей, отдельные из них закартированы в ближайших околотрубочных пространствах на удалении 70–350 м от трубок «Русло-

вая», «Обнаженная», «30/77». Отмечено также, что целый ряд кимберлитовых тел в пределах этих полей приурочен, как и некоторые в Далдыно-Алаakitском районе, к вытянутым эрозионно-структурным мысам. И это далеко не заверченный список подобных примеров. Приуроченность трубочных тел к зонам сжатия, овегцественным в гребневидных (антиклинальных), горстообразных и других структурных элементах можно объяснить тем, что данные зоны, являясь своеобразными ловушками для поднимающейся газофлюидной составляющей кимберлитового (базитового) расплава, позволяют ей накопиться до критического объема с производством последующей эксплозии.

Минерагеническое значение грабенов определяется тем, что только в их пределах располагаются все известные кимберлитовые тела. Учитывая широкую проявленность этих структурно-тектонических предпосылок в пределах известных кимберлитовых полей, они должны быть включены в систему факторов локального прогнозирования как промежуточных объектов поисков, в ранге узколокальных высокоперспективных участков, так и самих коренных источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробков, И. Г. Тектоника, палеогеография и базитовый вулканизм алмазоносных районов восточного борта Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2015. – 353 с.
2. Коробков, И. Г. Вещественно-индикационная характеристика базитовых образований трубочного типа алмазоносных районов Западной Якутии / И. Г. Коробков // Вопросы методики прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых (применительно к объектам геологоразведочных работ АК «АЛРОСА»). – Якутск: Изд-во СО РАН, 2004. – С. 134 – 141.
3. Коробков, И. Г. Базитовые вулканоструктуры алмазоносных районов восточного борта Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов, Е. Д. Мильштейн // отв. ред. А. А. Поцелуев. – Томск: СТТ, 2013. – 270 с.
4. Никулин, И. И. Алмаз опрогностика [Текст]: методическое пособие / В. И. Никулин, М. И. Лелюх, Фон-дер-Флаасс. – Иркутск, 2002. – 320 с.
5. Зинчук, Н. Н. Кимберлитовая трубка Удачная. Вещественный состав и условия формирования / Н. Н. Зинчук, З. В. Специус, В. М. Зуев. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993. – 147 с.
6. Зинчук, Н. Н. Кимберлиты в истории Земли. Методическое пособие / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, А. В. Крайнов // Труды НИИ геологии ВГУ. – Выпуск 68. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2013. – 100 с.
7. Милашев, В. А. Трубки взрыва. / В. А. Милашев. – Л.: Недра, 1984. – 268 с.

Ботубинская геологоразведочная экспедиция, Акционерная Компания АЛРОСА (ПАО), г. Мирный
 Шерстяных Александр Игоревич, геолог 2 категории
 E-mail: SherstyanykhAI@alrosa.ru; Тел.: +7-914-260-09-14
 Коробков Ярослав Сергеевич, геолог. Тел.: +7-919-234-88-03
 Мирнинский политехнический институт, филиал Северо-Восточного Федерального Университета, г. Мирный
 Коробков Илья Георгиевич, д. г.-м. н., профессор, академик РАЕН. Тел.: +7-914-258-71-45

Botubinskaya Geological Expedition Stock Company ALROSA, Mirny
 Sherstyanykh A. I., Geologist Category 2
 E-mail: SherstyanykhAI@alrosa.ru; Tel.: +7-914-260-09-14
 Korobkov Y. S., Geologist. Tel.: +7-919-234-88-03
 Mirny Polytechnic Institute of North-Eastern Federal University Branch, Mirny
 Korobkov I. G., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor, member of RANS. Tel.: +7-914-258-71-45