



СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ В АЛАКИТ-МАРХИНСКОМ ПОЛЕ

Охарактеризованы структурно-тектонические критерии поисков кимберлитовых тел, являющиеся одними из наиболее важных в Алаkit-Мархинском кимберлитовом поле. Главнейшие элементы критериев, определяющие структуру кимберлитовых полей и размещение кимберлитовых тел, – разрывные нарушения различных порядков. В качестве наиболее перспективных рассматриваются области, в которых разнонаправленные разрывные нарушения образуют тектонические узлы, ассоциирующие с контрастными ореолами рассеяния минералов-индикаторов кимберлита (ИМК). Описаны методики, применяемые для картирования дизъюнктивных нарушений. Приведены закономерности размещения кимберлитовых тел в пределах основных рудовмещающих разломов.

Ключевые слова: Алаkit-Мархинское поле, кимберлит, тектоника, разломы.

Прогнозирование и поиски месторождений алмазного сырья основаны на ряде прогнозно-поисковых критериев и предпосылок, важнейшим из которых является структурно-тектонический контроль кимберлитового магматизма. Накопленный за время изучения Якутской алмазоносной провинции многолетний опыт [3, 5, 9, 11, 13] показывает, что к главнейшим элементам, определяющим структуру кимберлитовых полей и размещение кимберлитовых тел, относятся разрывные нарушения различных порядков. Большинство исследователей считают, что кимберлитоконтролирующие нарушения – отражение на земной поверхности глубинных разломов первого порядка, которые в осадочном чехле разветвляются в разрывные нарушения второго-третьего порядков, постепенно переходя в зоны повышенной трещиноватости и дробления [3, 7, 8, 11].

Ввиду слабой проявленности этих дизъюнктивных нарушений в физических полях и незначительной амплитуды смещения основным их признаком является приуроченность к ним кимберлитовых тел, которые локализованы вдоль основных или оперяющих разломов. Согласно существующим представлениям, Алаkit-Мархинское кимберлитовое поле (АМКП) расположено на пересечении Вилюйско-Котуйской зоны северо-западного простиранья и мощной Далдыно-Оленёкской зоны северо-восточного простиранья. В структурно-тектоническом плане АМКП увязывается с Далдыно-Оленёкской кимберлитовмещающей зоной и, наряду с Далдынским кимберлитовым полем, по комплексу поисковых признаков и предпосылок (минералогических, геохимических) оценивается высоким и средним потенциалом алмазоносности [1, 6, 10, 14–17].



**Иванов
Дмитрий Вячеславович¹**

заместитель начальника ОГРП
Вилюйской ГРЭ
ivanovdv@alrosa.ru

**Толстов
Александр Васильевич²**

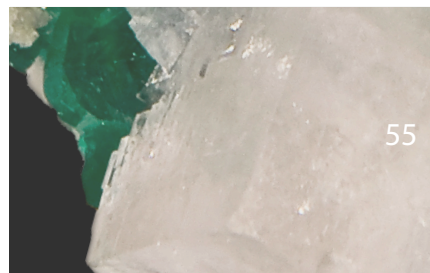
доктор геолого-минералогических наук
директор
tolstovAV@alrosa.ru

**Иванов
Вячеслав Викторович¹**

кандидат геолого-минералогических наук
главный специалист
геологического отдела Вилюйской ГРЭ
ivanovvv@alrosa.ru

¹ ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО),
пос. Айхал

² НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО),
г. Мирный



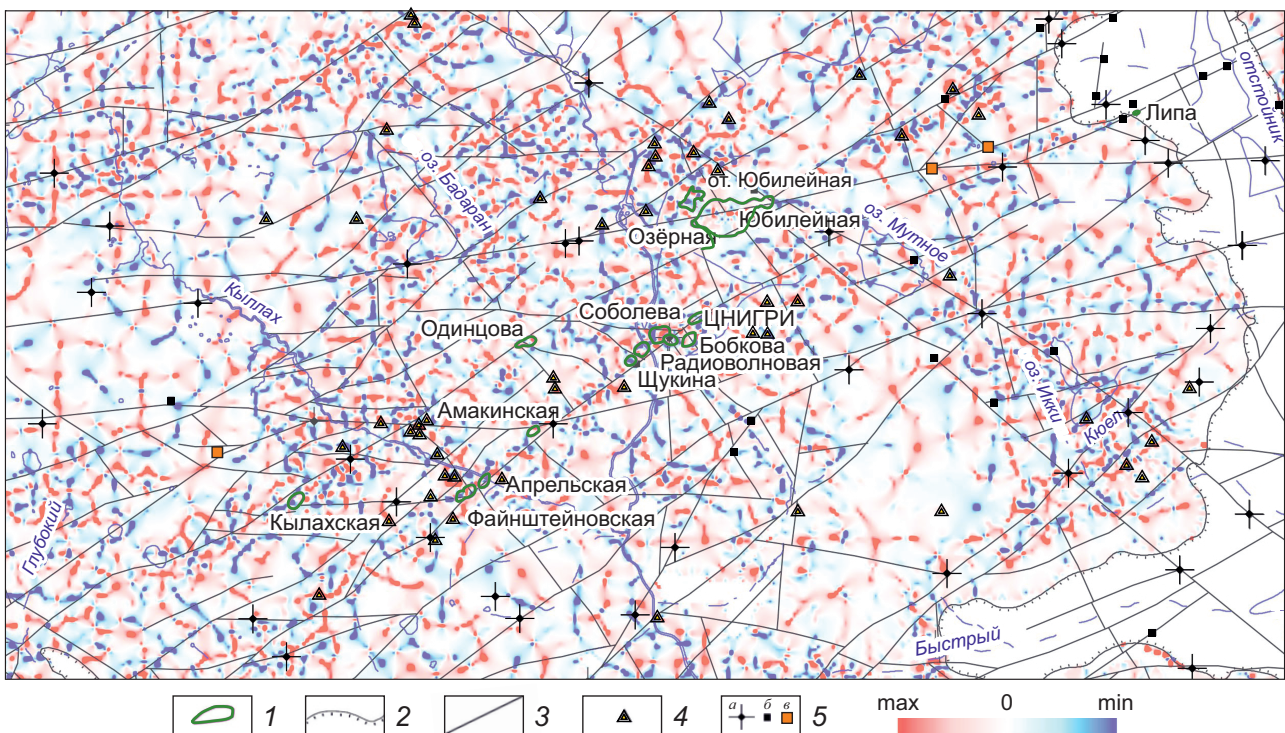


Рис. 1. ПРИМЕР КАРТИРОВАНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ ПО КАРТЕ ЭКСТРЕМУМОВ ИЗОМОЩНОСТЕЙ ДОЛЕРИТОВЫХ ИНТРУЗИЙ В ПЕРЕКРЫВАЮЩИХ ОБРАЗОВАНИЯХ, м-б 1:5000:

1 – кимберлитовые трубки; 2 – граница распространения на дневной поверхности карбонатных пород раннего палеозоя; 3 – разрывные нарушения по геолого-геофизическим данным; 4 – точки наблюдения с установленными зонами тектонического брекчирования и дробления в перекрывающих образованиях (по данным первичной и ГИС документации ИСИХОГИ Амакинской ГРЭ); 5 – точки наблюдения (для протяжённых элементов – эпицентры) на сейсморазведочных профилях, в которых определены разрыв сплошности горизонта КВ (а), нарушения достоверные (б), нарушения предполагаемые (в)

Структурно-тектонические критерии прогнозирования кимберлитовых проявлений на территории АМКП используются в практике геологоразведочных работ давно и весьма успешно [2–4, 9, 13]. Многочисленными исследователями данного поля в качестве наиболее перспективных рассматриваются области, в которых разнонаправленные разрывные нарушения образуют тектонические узлы, ассоциирующие с контрастными ореолами рассеяния минералов-индикаторов кимберлита.

Для картирования дизъюнктивных деформаций на территории АМКП применяются различные подходы, в том числе [12, 13]:

- точки наблюдения на сейсморазведочных профилях, в которых установлены нарушения сплошности горизонта КВ, сейсморазведочные аномалии трубчатого типа, говорящие о наличии здесь тектонических нарушений;

- результаты анализа гравиметрических данных, включающие сводную карту поля силы тяжести Δg АМКП, карту локальной составляющей поля силы тяжести Δg , карту полного градиента Δg , а также карты коэффициента корреляции изомощностей долеритовых интрузий с различными частотными составляющими гравитационного поля. Карты отстраивались по материалам наземных гравиразведочных работ, выполненных на площади АМКП в последнее десятилетие;
- карты экстремумов изомощностей долеритовых интрузий в перекрывающих образованиях. Картирование разрывных нарушений может проводиться как по минимальным (синий цвет), так и максимальным (красный цвет) показателям мощностей долеритов (рис. 1). Отчётливо выраженная линейность минимумов

изомощностей, которые отмечают, как правило, так называемые «межтрапповые коридоры», отражает, по мнению многих исследователей, дизъюнктивные нарушения в кимберлитовмещающем цоколе. При построении этих карт, как и карт анализа гравиметрических данных, для локализации дизъюнктивных нарушений рекомендуется использовать точки наблюдений, в которых прослеживаются нарушения сплошности горизонта КВ, а также данные первичной документации буровых скважин и ГИС, непосредственно фиксирующие зоны тектонической трещиноватости и дробления, что, безусловно, позволит резко повысить эффективность картирования тектонических нарушений;

- карты изомощностей долеритовых интрузий в породах карбонатного цоколя, отстроенные по данным бурения, и сопутствующие им геологические разрезы. Пространственные ограничения многих силлов в кимберлитовмещающем цоколе имеют отчётливо линейную форму, что

может свидетельствовать о наличии здесь широко проявленных тектонических нарушений, как и наблюдаемые по латерали выклинивание, расщепление и т. п. пластовых интрузий основного состава (рис. 2);

- зоны повышенной трещиноватости, дробления, брекчирования и закарстования пород, выделенные по результатам прямых геологических наблюдений в обнажениях, поверхностных горных выработках и скважинах.

Все вышеперечисленные методики, бесспорно, обладают разной степенью информативности, вместе с тем их комплексное использование позволяет с высокой степенью достоверности картировать разрывные нарушения различного ранга.

Анализ положения разрывных нарушений, обнаруженных с учётом всего комплекса прогнозно-поисковых критериев, наглядно показывает, что в пределах АМКП в разной степени проявлены разнонаправленные системы нарушений. Наиболее выражена система дизъюнктивных нарушений се-

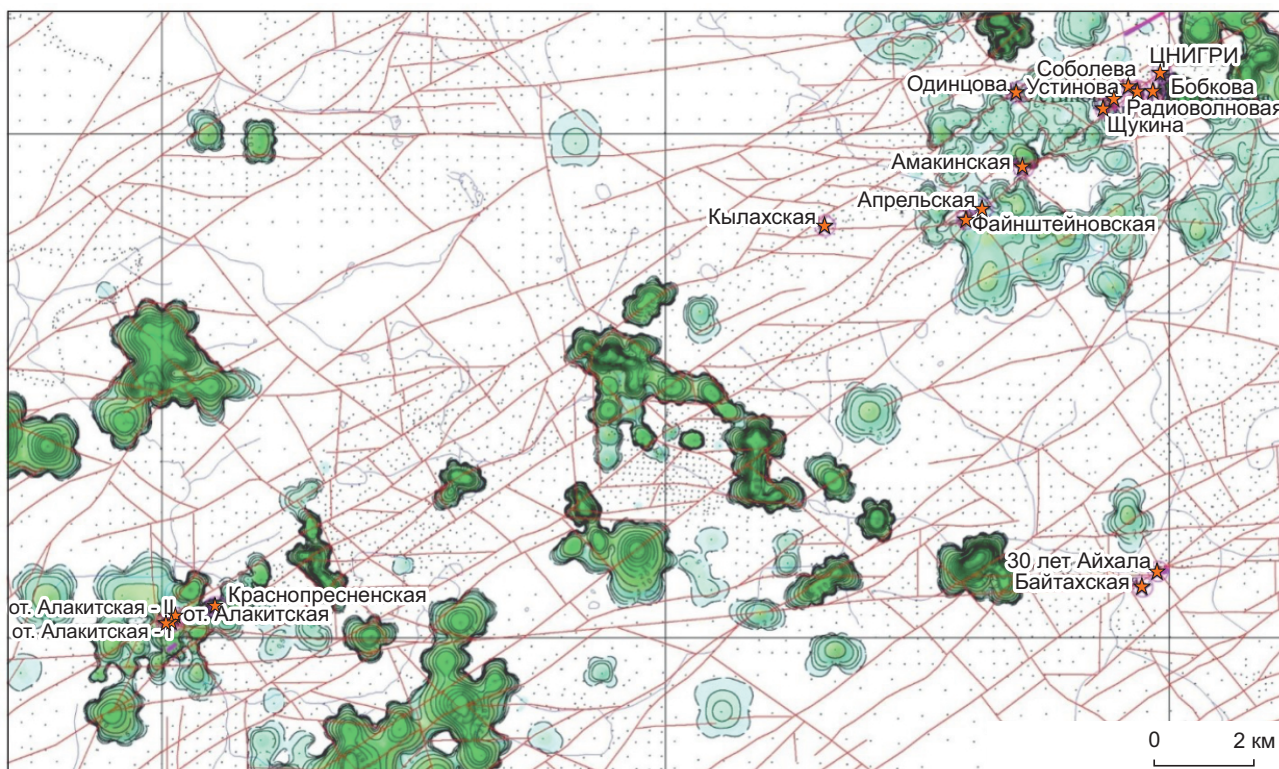


Рис. 2. ПРИМЕР ОТРАЖЕНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА КАРТЕ ИЗОМОЩНОСТЕЙ ДОЛЕРИТОВЫХ ИНТРУЗИЙ В ПОРОДАХ КАРБОНАТНОГО ЦОКОЛЯ:

коричневые линии – разрывные нарушения; звёздочки – кимберлитовые тела, их названия

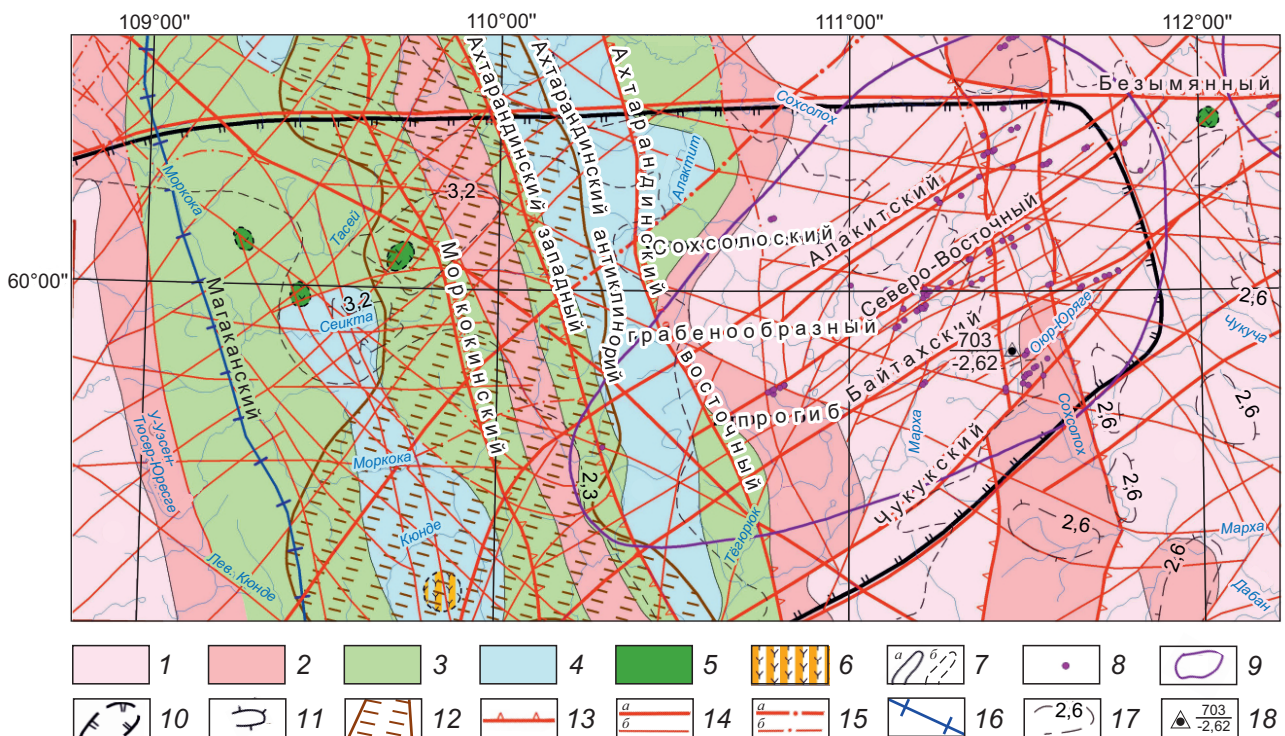


Рис. 3. СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА АЛАКИТ-МАРХИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ, м-б 1:400000:

структурно-вещественные комплексы фундамента (Анабарский мегаблок, АР): 1 – преимущественно слабомагнитные и немагнитные разности кристаллических пород (аналоги гранулитов хапчанского комплекса), 2 – средне- и слабомагнитные разности кристаллических пород (аналоги гранулитов верхнеанабарского и хапчанского комплексов), 3 – средне- и высокомагнитные разности кристаллических пород (аналоги гранулитов верхнеанабарского комплекса), 4 – высокомагнитные разности кристаллических пород (аналоги гранулитов далдынского и верхнеанабарского комплексов); 5 – интрузивные массивы основного состава; 6 – массивы центрального типа щелочно-ультраосновного и карбонатитового составов, предполагаемые по комплексу геолого-геофизических данных; 7 – контуры массивов магматических пород, закартированных на дневной поверхности (а), выделенных по геофизическим данным (б); 8 – кимберлиты; 9 – Алаakit-Мархинское кимберлитовое поле; 10 – рифтоподобные и рифтогенные структуры (грабены, грабенообразные прогибы); 11 – структуры III порядка (поднятия, выступы, горсты); 12 – зоны тектоно-термальной переработки пород архейского фундамента, заложенные в раннем протерозое; 13 – складчатые разломы фундамента, контролирующие крупные антиклинории и синклинории Анабарского мегаблока; 14 – секущие разломы, проявленные в фундаменте и в нижних горизонтах осадочного чехла (а – региональные, б – второстепенные); 15 – секущие разломы, трассируемые дайками долеритов (а – региональные, б – второстепенные); 16 – пограничные разломы складчато-блоковых структур I порядка в пределах Анабарского мегаблока; 17 – изогипсы кровли фундамента, км; 18 – скважины, вскрывшие фундамент (числитель – номер скважины, знаменатель – абсолютная отметка кровли фундамента, км)

веро-восточной ориентировки. Именно этими тектоническими нарушениями Далдыно-Оленёкской системы глубинных разломов ограничивается и контролируется пространственное размещение большинства кимберлитовых тел АМКП.

Следует подчеркнуть, что значительная часть кимберлитовых тел АМКП в пределах рудовмещающих разломов приурочена к структурным узлам, представляющим собой участки пересечения (сочленения) нескольких различно ориентированных

тектонических нарушений, т. е. к участкам с наибольшей проницаемостью земной коры. По результатам интерпретации данных наземных геофизических исследований, осуществлённых в последние годы на территории поля, наиболее часто такими «структурными узлами» являются зоны сочленения известных рудовмещающих разломов северо-восточной ориентировки с субширотными разрывными нарушениями более низкого порядка. Кроме достоверно установленных кимбер-

литоконтролирующих разломов, по геолого-геофизическим данным выделены и предполагаемые кимберлитовмещающие разрывные нарушения.

Формирование дизъюнктивных нарушений связывается с системами глубинных разломов северо-восточного простирания, в частности с Безымянным и Мерчимденским, ограничивающими соответственно с севера и юга Сохсолохский грабенообразный прогиб с амплитудой 250 м, в пределах которого локализованы известные на сегодняшний день кимберлитовые проявления АМКП (рис. 3). Ось грабена ориентирована ортогонально простиранию региональных структур фундамента [6]. По данным А.В.Герасимчука [3], в гравитационном поле грабену по морфологии соответствует минимум ($\sim 4,5 \cdot 10$ м/сек²). Относительное понижение интенсивности гравитационного поля обусловлено, вероятно, не только прогибанием кровли кристаллического основания, но и разуплотнением пород верхних горизонтов фундамента в диапазоне глубин 3–20 км [3], что может быть связано с очагом проявления кимберлитового магматизма. С кимберлитовыми проявлениями могло быть связано или могло им предшествовать интенсивное развитие мелких дислокаций (разрывных и пликтивных) в пределах грабена.

Как следует из структурно-тектонической схемы Алакит-Мархинского кимберлитового поля (см. рис. 3), внутреннее строение Сохсолохского прогиба отличается от строения прилегающих структурных блоков преимущественным развитием пликтивных и разрывных дислокаций северо-восточного простирания. Большая часть кимберлитовых тел, в том числе трубок, жил и отторженцев (частей кимберлитовых тел, отторгнутых траппами от материнских пород и смещённых по горизонтали относительно них), приурочена к северо-восточному воздыманию прогиба и находится на склонах сложно построенных локальных депрессий – Айхальской, Байтахской, Центральной и Алакитской.

Помимо основных тектонических нарушений северо-восточного и северо-западного простирания, выделяются также субширотные и субмеридиональные разломы, формирование которых связывается с Безымянным глубинным разломом, ограничивающим с севера Сохсолохский грабенообразный прогиб (см. рис. 3).

Таким образом, роль структурного контроля в локализации кимберлитовых тел несомненна. На сегодняшний день установлено, что известные ким-

берлитовые тела АМКП расположены в зонах динамического влияния выявленных и прогнозируемых рудовмещающих разломов. Эти структуры подчёркиваются линейно-цепочечным расположением кимберлитовых тел, ориентировкой длинных осей трубок и жил (СВ 50–75°).

В пределах АМКП закартирована серия рудовмещающих разломов протяжённостью от 8 до 35 км, основными из которых являются – Безымянный, Алакитский, Северо-Восточный, Байтахский, Чукукский, Мерчимденский (см. рис. 3). Все они входят в состав Далдыно-Оленёкской кимберлитоконтролирующей зоны и имеют северо-восточное простирание. Для поисков новых источников алмазного сырья наиболее перспективны пересечения рудовмещающих разломов с векторами сноса ближайших, не идентифицированных с известными кимберлитовыми телами, ореолов индикаторных минералов кимберлитов.

Выяснена закономерность расположения алмазоносных тел в пределах кимберлитовмещающих разломов. Установлено, что кимберлитовые тела располагаются на расстоянии от 1,5 до 4 км друг от друга. Исходя из этого, с учётом шлихоминералогического критерия можно прогнозировать обнаружение новых коренных источников алмазного сырья.

В качестве наиболее информативных структурно-тектонических критериев локального прогноза в пределах АМКП можно рассматривать потенциально кимберлитовые структурные узлы, представляющие собой зоны пересечения северо-восточных нарушений с северо-западными и субширотными, реже с субмеридиональными. С ними могут быть связаны основные перспективы выявления новых промышленно значимых кимберлитовых тел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Василенко В.Б., Толстов А.В., Кузнецова Л.Г., Минин В.А.* Петрохимические критерии оценки алмазоносности кимберлитовых месторождений Якутии // *Геохимия*. 2010. № 4. С. 366–376.
2. *Геологические и минералого-геохимические признаки структур, контролирующих алмазоносные кимберлиты Накынского поля Якутии / П.А.Игнатов, К.Ю.Бушков, Я.И.Штейн и др.* // *Руды и металлы*. 2006. № 4. С. 59–67.

3. Герасимчук А.В. Математическое моделирование – основной метод повышения надёжности локализации кимберлитовых полей по геофизическим данным // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 244–246.
4. Горев Н.И., Герасимчук А.В., Проценко Е.В., Толстов А.В. Тектонические аспекты строения Вилюйско-Мархинской зоны, их использование при прогнозировании кимберлитовых полей // Наука и образование. 2011. № 3. С. 5–10.
5. Иванов Д.В., Толстов А.В., Иванов В.В. Геологическое строение и вещественный состав кимберлитового тела Январское (Далдыно-Алакитский алмазоносный район) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2018. № 5. С. 39–43.
6. Лапин А.В., Толстов А.В., Василенко В.Б. Петрогеохимические особенности кимберлитов Средне-Мархинского района в связи с проблемой геохимической неоднородности кимберлитов // Геохимия. 2007. № 12. С. 1292–1304.
7. Мальцев М.В., Толстов А.В., Старкова Т.С., Иванов А.С. Особенности вещественного состава кимберлитов Сюльдюкарского поля (Западная Якутия) // Наука и образование. 2017. № 4 (88). С. 37–43.
8. Мальцев М.В., Толстов А.В., Фомин В.М., Старкова Т.С. Новое кимберлитовое поле в Якутии и типоморфные особенности его минералов-индикаторов // Вестн. Воронежского гос. ун-та. Сер. Геология. 2016. № 3. С. 86–94.
9. Милашев В.А. Структуры кимберлитовых полей. – Л.: Недра, 1979.
10. Новое тело высокоалмазоносных кимберлитов в Накынском поле Якутской алмазоносной провинции / А.В.Толстов, В.А.Минин, В.Б.Василенко и др. // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 3. С. 227–240.
11. Проценко Е.В., Толстов А.В., Горев Н.И. Критерии поисков кимберлитов и новые перспективы коренной алмазоносности Якутии // Руды и металлы. 2018. № 4. С. 14–23.
12. Салихов Р.Ф. Дополнительные критерии прогноза кимберлитовых полей // Мат-лы Региональной науч.-практ. конф. «Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии». Мирный, 2014. С. 195–198.
13. Салихов Р.Ф., Иванюшина Е.Н., Иванов Д.В. Структурные критерии при крупномасштабном и локальном прогнозировании кимберлитов на закрытых территориях // Геология и минерагения Северной Евразии. Мат-лы совещания, приуроченного к 60-летию Института геологии и геофизики СО АН СССР. 2017. С. 205–206.
14. Симоненко В.И., Толстов А.В., Васильева В.И. Новый подход к геохимическим поискам кимберлитов на закрытых территориях // Разведка и охрана недр. 2008. № 4–5. С. 108–112.
15. Age of Mirny field kimberlites (Siberia) and application of rutile and titanite for U-Pb Dating of kimberlite emplacement by LA-ICP-MS / A.M.Agashev, N.P.Pokhilenko, A.V.Tolstov et al. // Geochemical Journal. 2016. Т. 50. № 5. P. 431–438.
16. Unique compositional peculiarities of olivine phenocrysts from the post flood basalt diamondiferous Malokuonapaskaya Kimberlite Pipe, Yakutia / N.V.Sobolev, A.A.Tomilenko, A.V.Tolstov et al. // Doklady Earth Sciences. 2015. Т. 463. № 2. С. 828–832.
17. Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Minin V.A., Tolstov A.V. Evaluating the diamondiferous potential of unaltered kimberlites by the population models of their composition // Geochemistry International. 2012. Т. 50. № 12. С. 988–1006.

STRUCTURAL AND TECTONIC CRITERIA OF SEARCH FOR KIMBERLITE BODIES IN ALAKIT-MARKHA FIELD

D.V.Ivanov¹, A.V.Tolstov², V.V.Ivanov¹
(¹ VGRE «ALROSA JSC», ² NIGP «ALROSA JSC», Mirny)

This paper presents the description of the structural-tectonic prospecting criteria of kimberlite bodies which are among the most important ones for the Alakit-Markha kimberlite field. The key criteria elements determining the kimberlite fields' structure and kimberlite bodies' location are dislocations with a break in continuity of various orders. The most prospective areas considered are those where multidirectional dislocations with a break in continuity make up tectonic knots associated with the contrast diamond indicator mineral (DIM) dispersion haloes. The paper also describes the methods that are used for disjunctive dislocations mapping and cites the list of ore-bearing faults as well as patterns of kimberlite bodies' location within their bounds.

Keywords: Alakit-Markha field, kimberlite, tectonics, faults.