

Роль пликативных структур как прогнозных критериев на алмазоносные кимберлиты в Алакит-Мархинском поле

The role of plicative structures as forecast criteria in the Alakit-Markhinsky field (western Yakutia)

Иванов Д. В., Толстов А. В., Иванов В. В.

Ivanov D. V., Tolstov A. V., Ivanov V. V.

Охарактеризованы тектонические особенности Алакит-Мархинского кимберлитового поля, региональные факторы контроля кимберлитового магматизма, структурно-тектонические предпосылки поисков кимберлитовых тел. Раскрыты специфика образования кимберлитовых тел и роль тектоники в этом процессе. Как наиболее перспективные рассматриваются площади, относящиеся к малоамплитудным отрицательным структурам (депрессиям), поперечным осложнениям противоположного для основной пликативной структуры знака: для антиформ (поднятий) это седловидные понижения, для синформ (депрессий) – антиформные поднятия.

Ключевые слова: Алакит-Мархинское поле, кимберлит, тектоника, пликативные структуры, разломы.

This paper describes the tectonic features of the Alakit-Markha kimberlite field, regional factors of kimberlite magmatism control in this area, structural and tectonic preconditions for kimberlite pipe prospecting. The paper highlights kimberlite pipe formation features and the role of tectonics in this process. The most promising areas are those related to low-amplitude negative structures (e.g. depressions), especially transverse low-amplitude complications of the opposite sign for the main plicative structure: for antifolds (elevations), these are saddle-shaped depressions, and antifold elevations are for synforms (depressions).

Key words: Alakit-Markha field, kimberlite, tectonics, plicative structures, faults.

Для цитирования: © Иванов Д. В., Толстов А. В., Иванов В. В. Роль пликативных структур как прогнозных критериев на алмазоносные кимберлиты в Алакит-Мархинском поле. Руды и металлы. 2021. № 3. с. 6–13. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10014.

For citation: © Ivanov D. V., Tolstov A. V., Ivanov V. V. The role of plicative structures as forecast criteria in the Alakit-markhinsky field (western Yakutia). Ores and metals, 2021, № 3, pp. 6–13. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10014.

Интрузивные образования Алакит-Мархинского кимберлитового поля (АМКП) и Далдыно-Алакитского алмазонасного района (ДААР) связаны со структурами фундамента и платформенного чехла, формировавшимися в палеозое. В региональном плане площадь располагается в переходной зоне между положительными и отрицательными структурами I порядка Сибирской платформы – Анабарской антеклизой и Тунгусской синеклизой (рис. 1). Исследователи единодушны во мнении, что разрывные дислокации – наиболее важные элементы, определяющие как структуры кимберлитовых полей, так и размещение в их пределах отдельных тел [2, 10–12]. Кимберлитоконтролирующие разломы отражают на земной поверхности глубинные разломы I порядка, которые в осадочном чехле разветвляются в разрывные нарушения II–III порядков, постепенно переходя в зоны повышенной трещиноватости и дробления [2, 8, 9, 11].

Кимберлитовые тела АМКП приурочены к Сохолохскому грабенообразному прогибу секторного типа, который формировался по разломам субширотного и северо-восточного направлений (Безымянный, Чукукский и Мерчимденский), сходящимся к северо-востоку. Ось грабена ориентирована ортогонально простиранию региональных структур фундамента [7]. В гравитационном поле грабену соответствует отвечающий по морфологии минимум [2]. Относительное понижение интенсивности гравитационного поля обусловлено, по всей видимости, не только прогибанием кровли кристаллического основания, но и разуплотнением пород фундамента на глубинных уровнях его залегания, что может быть связано с очагом проявления кимберлитового магматизма. С кимберлитовыми проявлениями могло быть связано или предшествовать им интенсивное развитие мелких дислокаций (разрывных и пликативных) в пределах грабена.

В качестве примера региональных факторов контроля кимберлитового магматизма на Сибирской платформе можно привести Далдыно-Оленёкскую зону глубинных разломов, с которой многие исследователи связывают формирование Далдынского, Алакит-Мархин-

ского и других кимберлитовых полей, имеющих высокий и средний потенциал алмазонасности [1, 6, 7, 14–18]. Вероятно, основанием для выделения Далдыно-Оленёкской глубинной зоны послужил сам факт существования прерывистой цепочки кимберлитовых полей, простирающейся к северо-востоку от р. Морковка до среднего течения р. Оленёк. Некоторые авторы, основываясь на результатах геофизических исследований, говорят о непрерывной полосе (или зоне) глубинных разломов, прослеживающейся через кимберлитовые поля от ДААР через Верхне-Мунский до Средне-Оленёкского района. Ширина Далдыно-Оленёкской зоны – 80–90 км, простирание от северо-восточного 55–60° на юго-западе до северо-восточного 45–50° на северо-востоке. Отмечено также, что Далдыно-Оленёкская зона глубинных разломов пространственно-генетически не связана с вещественными комплексами или морфоструктурными элементами фундамента и платформенного чехла.

В пределах рассматриваемой территории выделена серия разрывных нарушений северо-восточного простирания. Они картируются как в пределах кимберлитового поля, так и вне контуров распространения кимберлитовых тел, не укладываясь в зону определённой ширины (80–90 км). Среди тектонических нарушений северо-восточного простирания, прослеживаемых через всю площадь АМКП, рядом отличительных признаков выделяются Эйкский и Чукукский разломы, проявленные в региональных геофизических полях. В зонах их влияния наблюдаются дугообразные загибы дайковых интрузий долеритов и изменение их простирания на ортогональное. Также отчётливо проявлены изменения структурных планов фундамента и платформенного чехла в блоках, разделённых данными разломами. Кроме того, все выявленные на сегодняшний день кимберлитовые тела АМКП не выходят за пределы блока, ограниченного Эйкским и Чукукским разломами.

Структурная позиция кимберлитового куста, цепочки или одиночно расположенных кимберлитовых тел в пределах поля неоднозначна и весьма разнообразна. Вместе с тем

отмечается ряд закономерностей, которые позволяют выделить отдельные факторы структурного контроля [2, 3, 5, 10, 12, 13].

Пликативные структуры. Подавляющая часть кимберлитовых тел АМКП приурочена к малоамплитудным отрицательным структурам типа депрессий. Гораздо меньшая часть наблюдаются в сводах антиформ. Согласно статистике размещение кимберлитовых объектов в тектоническом плане тяготеет к депрессиям в два раза сильнее, чем к поднятиям. Так, расстояние от кимберлитовых тел до осей синформ в среднем составляет 980 м, тогда как до осей антиформ – в два раза больше (уже 1860 м).

Данная закономерность связана, очевидно, с особенностями генезиса кимберлитовых трубок. Дело в том, что депрессии имеют такую тектоническую структуру, при которой в килевой части создаётся область растяжения, а в приповерхностной части, наоборот, – сжатия (Гзовский, 1963). Благодаря этому кимберлитовый расплав быстро и практически беспрепятственно поднимается до верхних слоёв платформенного чехла, что сохраняет алмазы в расплаве. Попав в область сжатия, препятствующую процессу дегазации, расплав продолжает быть насыщенным летучими компонентами. В замкнутой системе давление растёт до критических показателей, пока не происходит взрыв, при котором и образуется кимберлитовая трубка.

Крылья складок поперечного изгиба представляют собой участки наиболее сниженного давления и максимального числа разрывов (рис. 2). Кимберлитовые тела, расположенные в этих участках, как правило, имеют форму жил и характеризуются слабой алмазонасностью. Однако это нельзя считать закономерностью, поскольку к такому типу относится промышленное месторождение – высокоалмазное дайкообразное тело месторождения Айхал, расположенное в борту локального поднятия на расстоянии 1310 и 2280 м от осей антиклинали и смежной синклинали соответственно (рис. 5).

Несмотря на общую приуроченность большинства кимберлитовых тел к депрессиям, мо-

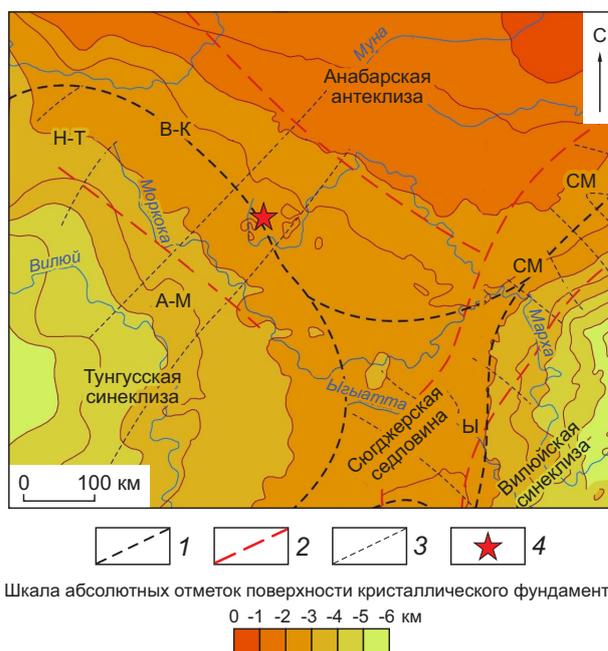


Рис. 1. Схема современной поверхности кристаллического фундамента в пределах рассматриваемого района, изученная по подошве осадочного чехла:

1 – границы платформенных структур I порядка и их названия; 2 – зоны разломов I порядка (В-К – Вилойско-Котуйская); 3 – зоны разломов II порядка: Н-Т – Нижне-Томбинская, А-М – Алакит-Моркокинская, Ы – Ыгыятинская, СМ – Среднемархинская; 4 – трубка Юбилейная

Fig. 1. Scheme of the crystalline basement modern surface within the considered area studied from the sedimentary cover base:

1 – boundaries of the 1st order platform structures and their names; 2 – 1st order fault zones (B-K – Vilyuiskaya-Kotuyk); 3 – 2nd order fault zones: N-T – Nizhne-Tombinskaya, A-M – Alakit-Morkokinskaya, Y – Ygyattinskaya, SM – Srednemarkhinskaya; 4 – Yubileynaya pipe

жно проследить закономерность их отсутствия в наиболее погружённых частях и размещение на локальных возвышенностях в пределах данных структур. Так, например, трубка Юбилейная локализована на малоамплитудном антиформном перегибе осевой линии Цен-

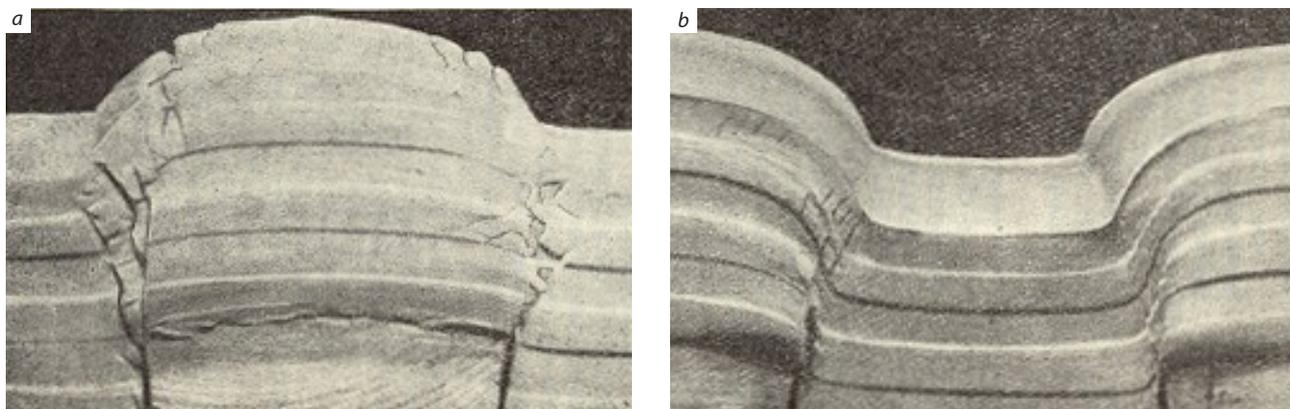


Рис. 2. Модели антиклинали (а) и синклинали (b) поперечного изгиба

Fig. 2. Models of anticline (a) and syncline (b) for transverse bending

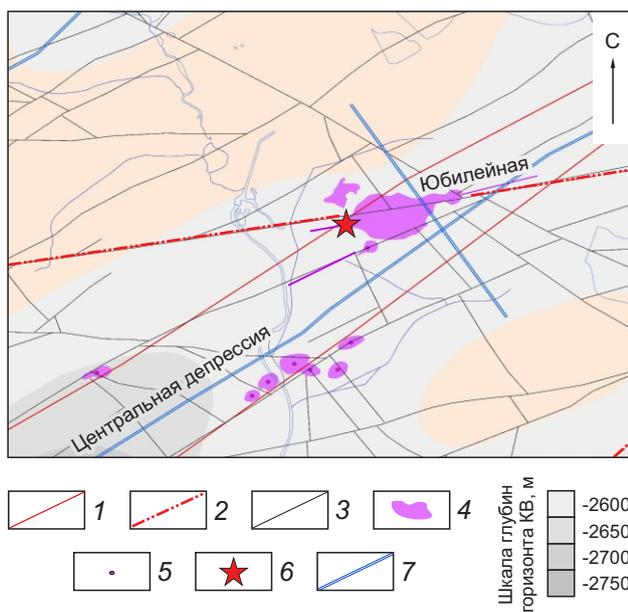


Рис. 3. Структурное положение трубки Юбилейная, масштаб 1:50 000:

осевые зоны рудовмещающих разломов: 1 – установленные, 2 – предполагаемые; 3 – разрывные нарушения, выделяемые по геолого-геофизическим данным; 4 – контуры кимберлитовых тел; 5 – кимберлитовые трубки; 6 – месторождения алмазов; 7 – оси структур синклиналичного типа (депрессий) и осложняющих поперечных пликативных дислокаций

Fig. 3. Structural position of the Yubileynaya pipe, scale 1:50 000:

axial zones of ore-hosting faults: 1 – identified, 2 – estimated; 3 – faults identified by geological and geophysical data; 4 – contours of kimberlite bodies; 5 – kimberlite pipes; 6 – diamond deposits; 7 – axes of synclinal-type structures (depressions) and complicating transverse plicative dislocations

тральной депрессии (рис. 4). В подобных тектонических условиях располагаются трубки Удачная и Краснопресненская, однако последняя размещается не на поднятии, а в седловидном понижении антиформной структуры.

Таким образом, очевидно, что коренные месторождения алмазов тяготеют к локальным перегибам противоположного для основной пликативной структуры знака: в случае

поднятий это седловидные понижения, депрессий – антиформные поднятия.

Закключение. Подтверждением предположения о приуроченности кимберлитовых тел к поперечным малоамплитудным осложнениям противоположного для основной пликативной структуры знака является пространственное размещение ранее открытых (30 Лет Айхала, Байтахская, Ноябрьская, рис. 4, 5) и не-

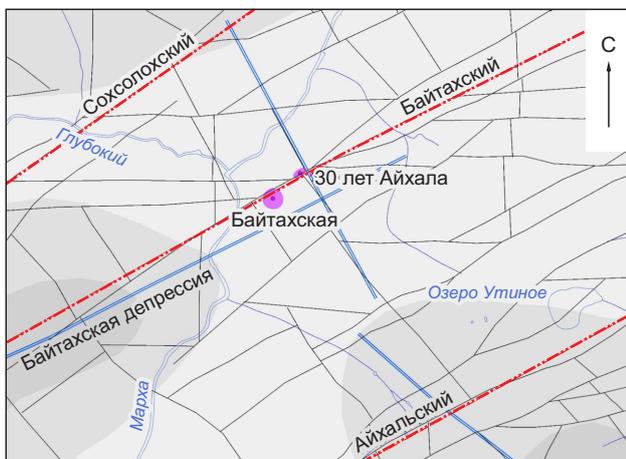


Рис. 4. Структурное положение трубок 30 лет Айхала и Байтахская, масштаб 1 : 50 000:

усл. обозн. см. рис. 3

Fig. 4. Structural setting of Aikhal and Baytakhskaaya pipes, scale 1 : 50 000:

see Fig. 3 for legend

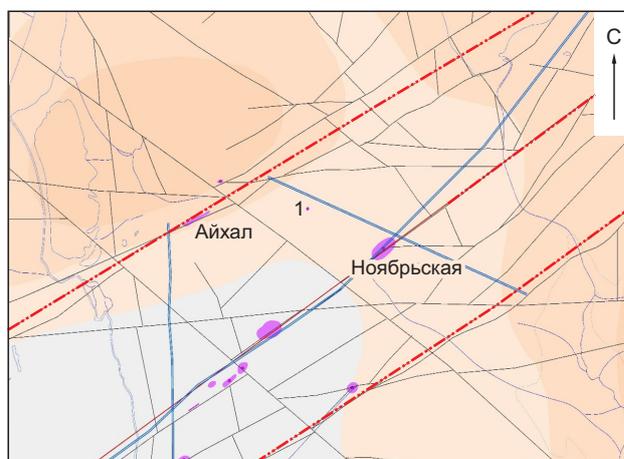


Рис. 5. Структурное положение трубки Ноябрьская и вновь открытого тела на участке Трапповый, масштаб 1 : 50 000:

усл. обозн. см. рис. 3

Fig. 5. Structural setting of the Noyabrskaya pipe and the newly discovered body at the Trappovy area, scale 1 : 50 000:

see Fig. 3 for legend

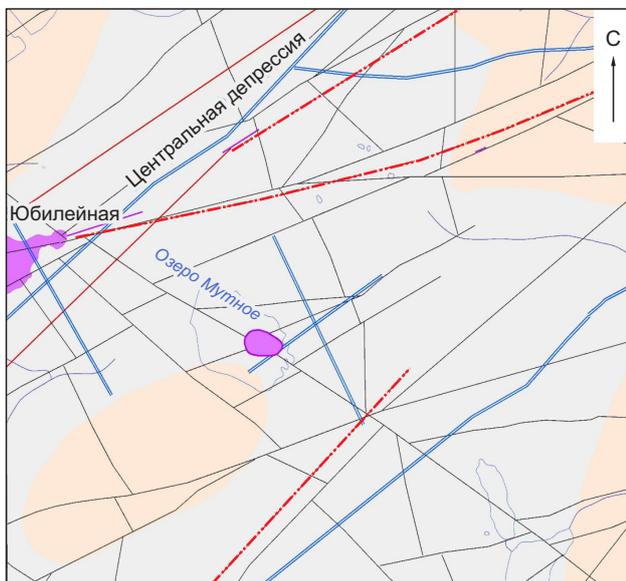


Рис. 6. Структурное положение тела на оз. Мутное, масштаб 1 : 50 000:

усл. обозн. см. рис. 3

Fig. 6. Structural setting of the body, Mutnoye lake, scale 1 : 50 000:

see Fig. 3 for legend

давно обнаруженных кимберлитовых тел на оз. Мутное (рис. 6) и на участке Трапповый (см. рис. 5).

Данные диаграммы локализованы в районе антиформных поднятий осевых линий депрессии. При этом на участке «Озеро Мутное», помимо указанных прогнозных критериев, иные предпосылки и признаки практически отсутствуют. Кимберлитовое тело под оз. Мутным имеет площадь около 6,5 га, что согласно «Инструкции по применению классификации запасов к коренным месторождениям алмазов» [7] позволяет отнести его к среднему по размерам. Вышесказанное позволяет сделать два вывода:

1. Главные структурно-тектонические критерии локального прогноза коренных месторождений алмазов в пределах АМКП, помимо кимберлитоперспективных узлов пересечения Далдыно-Оленёкской зоны глубинных разломов с тектоническими нарушениями северо-западного, субширотного и субмеридио-



нального направлений, – малоамплитудные депрессии, осложнённые структурами противоположного знака (антиформами).

2. Выявление значительного по размерам алмазоносного кимберлитового тела площадью 6,5 га под оз. Мутным наряду с открытием в 2016–2017 гг. кимберлитовых тел Январское и Весеннее в пределах хорошо изученных

площадей АМКП свидетельствует о высоких перспективах на обнаружение новых кимберлитовых объектов [4]. Прогнозируемые кимберлитовые тела по аналогии с трубками Айхал, Комсомольская и Заря могут стать коренными месторождениями повышенной алмазоносности (Айхал) или содержать алмазы повышенного качества (Комсомольская).

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. *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.
3. *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.
4. *Иванов Д. В., Толстов А. В., Иванов В. В.* Геологическое строение и вещественный состав кимберлитового тела Январское (Далдыно-Алаakitский алмазоносный район) // *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. – 2018. – № 5. – С. 39–43.
5. *Игнатов П. А., Бушков К. Ю., Штейн Я. И., Толстов А. В., Яныгин Ю. Т.* Геологические и минералого-геохимические признаки структур, контролирующих алмазоносные кимберлиты Накынского поля Якутии // *Руды и металлы*. – 2006. – № 4. – С. 59–67.
6. *Инструкция по применению классификации запасов к коренным месторождениям алмазов*. – М.: ГКЗ СССР, 1984. – 22 с.
7. *Лапин А. В., Толстов А. В., Василенко В. Б.* Петрохимические особенности кимберлитов Средне-Мархинского района в связи с проблемой геохимической неоднородности кимберлитов // *Геохимия*. – 2007. – № 12. – С. 1292–1304.
8. *Мальцев М. В., Толстов А. В., Фомин В. М., Старкова Т. С.* Новое кимберлитовое поле в Якутии и типоморфные особенности его минералов-индикаторов // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*. – 2016. – № 3. – С. 86–94.
9. *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.
10. *Милашев В. А.* Структуры кимберлитовых полей. – Л. [СПб.]: Недра, 1979. – 183 с.
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., Иванюшина Е. Н., Иванов Д. В.* Структурные критерии при крупномасштабном и локальном прогнозировании кимберлитов на закрытых территориях // *Геология и минерагения Северной Евразии: материалы совещания, приуроченного к 60-летию Института геологии и геофизики СО АН СССР*. – 2017. – С. 205–206.
13. *Салихов Р. Ф.* Дополнительные критерии прогноза кимберлитовых полей // *Региональная научно-практическая конференция «Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии»*. – Мирный, 2014. с. 195–198.
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. *Толстов А. В., Минин В. А., Василенко В. Б., Кузнецова Л. Г., Разумов А. Н.* Новое тело высокоалмазоносных кимберлитов в Накынском поле Якутской алмазоносной провинции // *Геология и геофизика*. – 2009. – Т. 50, № 3. – С. 227–240.

16. Agashev A. M., Pokhilenko N. P., Tolstov A. V., Orihashi Y., Nakai S., Serov I. V. Age of Mirny field kimberlites (Siberia) and application of rutile and titanite for U-Pb Dating of kimberlite emplacement by LA-ICP-MS // *Geochemical Journal*. – 2016. – V. 50, № 5. – P. 431–438.
17. Sobolev N. V., Tomilenko A. A., Tolstov A. V., Logvinova A. M., Kuz'min D. V., Sobolev A. V., Batanova V. G. Unique compositional peculiarities of olivine pheno-

crysts from the post flood basalt diamondiferous Malokuonapskaya Kimberlite Pipe, Yakutia // *Doklady Earth Sciences*. – 2015. – V. 463, № 2. – P. 828–832.

18. 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. – V. 50, № 12. – P. 988–1006.

References

1. Vasilenko V. B., Tolstov A. V., Kuznetsova L. G., Minin V. A. Petrokhimicheskie kriterii otsenki almazonosnosti kimberlitovykh mestorozhdenii Yakutii [Petrochemical criteria for evaluation of diamond content of kimberlite deposits in Yakutia], *Geokhimiya* [*Geochemistry International*], 2010, No 4, pp. 366–376. (In Russ.).
2. Gerasimchuk A. V. Matematicheskoe modelirovaniye – osnovnoi metod povysheniya nadezhnosti lokalizatsii kimberlitovykh polei po geofizicheskim dannym [Mathematical modeling is the main method of improving the reliability of the localization of the kimberlite fields according to geophysical data], *Geologiya, zakonmernosti razmeshcheniya, metody prognozirovaniya i poiskov mestorozhdenii almazov* [*Geology, patterns of distribution, methods of forecasting and prospecting of diamond deposits*], Mirny, 1998, pp. 244–246. (In Russ.).
3. Gorev N. I., Gerasimchuk A. V., Prochenko E. V., Tolstov A. V. Tektonicheskie aspekty stroeniya Vilyuiskko-Markhinskoi zony, ikh ispol'zovanie pri prognozirovanii kimberlitovykh polei [Tectonic aspects of the structure of the Vilyui-Markha zone, their use in predicting kimberlite fields], *Nauka i obrazovanie* [*The Education and Science Journal*], 2011, No 3, pp. 5–10. (In Russ.).
4. Ivanov D. V., Ivanov V. V., Tolstov A. V. Geologicheskoe stroenie i veshchestvennyi sostav kimberlitovogo tela Yanvarskoe (Daldyno-Alakitskii almazonosnyi raion [Geological structure and material composition of the kimberlite pipe Yanvarskaya (Daldyn-Alakit diamond-bearing district)], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka* [*Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*], 2018, No 5, pp. 39–43. (In Russ.).
5. Ignatov P. A., Bushkov K. Y., Shtejn Y. I., Tolstov A. V., Yanygin Y. T. Geologicheskie i mineralogo-geokhimicheskie priznaki struktur, kontroliruyushchikh almazonosnye kimberlity Nakynskogo polya Yakutii [Geological and mineralogical-geochemical features of structures controlling diamond-bearing kimberlites of the Nakyn field of Yakutia], *Rudy i metallu* [*Ores and metals*], 2006, No 4, pp. 59–67. (In Russ.).
6. Instruksiya po primeneniyu klassifikatsii zapasov k korennyim mestorozhdeniyam almazov [Instructions for the application of reserves classification to indigenous diamond deposits]. Moscow, GKZ SSSR Publ., 1984, 22 p.
7. Lapin A. V., Tolstov A. V., Vasilenko V. B. Petrogeokhimicheskie osobennosti kimberlitov Sredne-Markhinskogo raiona v svyazi s problemoi geokhimicheskoi neodnorodnosti kimberlitov [Geochemical features of kimberlites of the Sredne-Markha region of the problem of the geochemical heterogeneity of kimberlites], *Geokhimiya* [*Geochemistry International*], 2007, No 12, pp. 1292–1304. (In Russ.).
8. Maltsev M. V., Tolstov A. V., Fomin V. M., Starkova T. S. Novoe kimberlitovoe pole v Yakutii i tipomorfnye osobennosti ego mineralov-indikatorov [New kimberlite field in Yakutia and typomorphic peculiarities of minerals-indicators], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya* [*Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*], 2016, No 3, pp. 86–94. (In Russ.).
9. Maltsev M. V., Tolstov A. V., Starkova T. S., Ivanov A. S. Osobennosti veshchestvennogo sostava kimberlitov Syul'dyukarskogo polya (Zapadnaya Yakutiya) [Features of the kimberlite material composition in Syuldyukarskue kimberlite field (Western Yakutia)], *Nauka i obrazovanie* [*The Education and Science Journal*], 2017, No 4, pp. 37–43. (In Russ.).
10. Milashev V. Struktury kimberlitovykh polei [Structures of kimberlite fields], Leningrad, Nedra Publ., 1979, 183 p.



11. Protsenko E. V., Tolstoy N., Gorev N. I. Kriterii poiskov kimberlitov i novye perspektivy korennoi alamazonosnosti Yakutii [Criteria for the search for kimberlites and new prospects for the indigenous diamond content of Yakutia], *Rudy i metally* [Ores and metals], 2018, No 4, pp. 14–23. (In Russ.).
12. Salikhov R. F., Ivaniushina E. N., Ivanov D. V. Strukturnye kriterii pri krupnomasshtabnom i lokal'nom prognozirovanii kimberlitov na zakrytykh territoriyakh [The Structural criteria at largescale and the local prognostication of kimberlites in closed areas], *Geologiya i minerageniya Severnoi Evrazii: materialy soveshchaniya, priurochennogo k 60-letiyu Instituta geologii i geofiziki SO AN SSSR* [Geology and metallogeny of Northern Eurasia: proceedings of the conference dedicated to the 60th anniversary of the Institute of Geology and Geophysics SD AS USSR], 2017, pp. 205–206. (In Russ.).
13. Salikhov R. F. Dopolnitel'nye kriterii prognoza kimberlitovykh polei [Additional criteria for prediction of kimberlite fields], *Regional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Geologicheskoe obespechenie mineral'no-syr'evoi bazy almazov: problemy, puti resheniya, innovatsionnye razrabotki i tekhnologii"* [Regional scientific and practical conference "Geological support of mineral resources base of diamonds: problems, solutions, innovative developments and technologies"], Mirny, 2014, pp. 195–198. (In Russ.).
14. Simonenko V. I., Tolstov A. V., Vasileva V. I. Novyi podkhod k geokhimicheskim poiskam kimberlitov na zakrytykh territoriyakh [New approach to geochemical prospecting of kimberlites in closed areas], *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2008, No 4–5, pp. 108–112. (In Russ.).
15. Tolstov A. V., Minin V. A., Vasilenko V. B., Kuznetsova L. B., Razumov A. N. Novoe telo vysokoalmazonosnykh kimberlitov v Nakynskom pole Yakutskoi alamazonosnoi provintsii [New body of high-diamond kimberlites in the Nakyn field of the Yakut diamondiferous province], *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2009, V. 50, No 3, pp. 227–240. (In Russ.).
16. Agashev A. M., Pokhilenko N. P., Tolstov A. V., Orihashi Y., Nakai S., Serov I. V. Age of Mirny field kimberlites (Siberia) and application of rutile and titanite for U-Pb Dating of kimberlite emplacement by LA-ICP-MS, *Geochemical Journal*, 2016, V. 50, No 5, pp. 431–438.
17. Sobolev N. V., Tomilenko A. A., Tolstov A. V., Logvinova A. M., Kuz'min D. V., Sobolev A. V., Batanova V. G. Unique compositional peculiarities of olivine phenocrysts from the post flood basalt diamondiferous Malokuonapskaya Kimberlite Pipe, Yakutia, *Doklady Earth Sciences*, 2015, V. 463, No 2, pp. 828–832.
18. 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, V. 50, No 12, pp. 988–1006.

Авторы

Иванов Дмитрий Вячеславович

начальник участка ОГРП ВГРЭ
IvanovDV@alrosa.ru

Толстов Александр Васильевич

доктор геолого-минералогических наук
академик АН РС (Я), директор
TolstovAV@alrosa.ru

Иванов Вячеслав Викторович

кандидат геолого-минералогических наук
главный специалист геологического отдела ВГРЭ
IvanovVV@alrosa.ru

Научно-исследовательское геологическое предприятие
АК «АЛРОСА» (ПАО)

Authors

Ivanov Dmitry Vyacheslavovich

Head of department
IvanovDV@alrosa.ru

Tolstov Alexander Vasil'evich

PhD
Corresponding Member of RAS
TolstovAV@alrosa.ru

Ivanov Vyacheslav Viktorovich

PhD
Chief expert
IvanovVV@alrosa.ru

JSC ALROSA (PJSC)
Mirny, Russia