

- А.Ф.Дреннов, Т.Дугармаа // Геофизический журнал. – 2007. – №4. – С.1-8
6. Дреннов А.Ф. Оценка резонансных частот и скоростных характеристик слоя мерзлых отложений / А.Ф.Дреннов, В.И.Джурик // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46, №2. – С. 218-223.
  7. Землетрясения и основы сейсмического районирования Монголии. – М.: Наука, 1985. – 224 с.
  8. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. – М.: МНИТ РФ, РАН, 1999. – 57 с.
  9. Литосфера Центральной Азии. – Новосибирск: Наука, 1996. – 238 с.
  10. Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию. – М.: Наука, 1988. – 300 с.
  11. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию при инженерных изысканиях для строительства. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 62 с.
  12. Сейсмическое районирование в Северной Монголии. – М.: Наука, 1980. – 179 с.
  13. Dzhurik V.I., Dugarmaa T., Batsaikhan Ts., Serebrennikov S.P., Drennov F.A. The technique of seismic risk mapping for the territories of economic development of Mongolia//Proceedings of Mongolian Academy of Sciences.2004, p.16-29.
  14. Dzhurik V.I., Dugarmaa T., Batsaikhan Ts., Serebrennikov S.P., Drennov A.F.. Engineering-Seismological Investigations in The Epicentral zone of Mogod Earthquake. Proceedings of the MAS, 2006, N2, Vol.180, p. 3-9.
  15. Dzhurik V.I., Dugarmaa T., Serebrennikov S.P., Batsaikhan Ts. Key problems of seismic zoning of urban areas adjacent to the Mongolia-Siberian region (by the example of Erdenet town). Proceedings of the MAS, 2007, N4, Vol.180, p. 17-30.

УДК 5651.248+552.323+552.1(571.56)

## ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВОГО И БАЗИТОВОГО МАГМАТИЗМА В НАКЫНСКОМ ПОЛЕ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

**А.И. Киселев<sup>1</sup>**

Институт земной коры СО РАН,  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128.

Изложены результаты исследования пространственно-временных отношений в развитии кимберлитового и базитового магматизма в Накынском кимберлитовом поле на С-З плече Вилюйского рифта. Установлена структурная приуроченность кимберлитовых тел к разломам, выполненным дайками долеритов Вилюйско-Мархинского пояса. Обоснованы выделение посткимберлитовой фазы базитов, а также природа высокой щелочности некоторых долеритов, связанная с их низкотемпературным метасоматическим преобразованием.

Ил. 2. Библиогр. 4 назв.

*Ключевые слова:* Вилюйско-Мархинский дайковый пояс долеритов, порфиновые кимберлиты, автолитовые кимберлитовые брекчи, трубка Ботубинская, трубка Нюрбинская.

### THE RELATIONS OF KIMBERLITE AND BASITE MAGMATISM IN NAKINSKOYE FIELD OF YAKUTSK DIAMOND PROVINCE.

**A.I. Kiselev**

The Institute of Earth Crust of Siberian Department of Russian Academy of Sciences  
128 Lermontov St., Irkutsk, 664033

The author states the results of the research of space and temporal relations in the development of kimberlite and basyte magmatism in Nakinskoye kimberlite field on the north-western side of Viluisky rift. The author determined the structural dating of kimberlite bodies to the breakings performed by dolerite dykes of Viluisky-Marhinsky belt. He proves both the distinguishing of a postkimberlite phase of basytes and some dolerites high alkalinity nature connected with their low temperature metasomatic transformation.

2 figures. 4 sources.

Key words: Viluisky-Marhinsky dyke dolerite belt, porphyry kimberlites, endogenous kimberlite breccias, Botuobinskaya pipe, Nurbinskaya pipe.

Среднепалеозойский магматизм Вилюйского рифта вместе с зонами его динамического влияния характеризуется разнотипностью и разнофациальностью проявления. Гомогенность магматизма в осевой части рифтов, представленного дериватами базальтовой магмы, и его гетерогенность на С-З плече, выраженная в виде протяженного (до 700 км) Вилюйско-Мархинского дайкового пояса долеритов (ВМДП) и двух дискретных полей кимберлитов в рамках единого цикла тектонотермальной активности, вынуждает до-

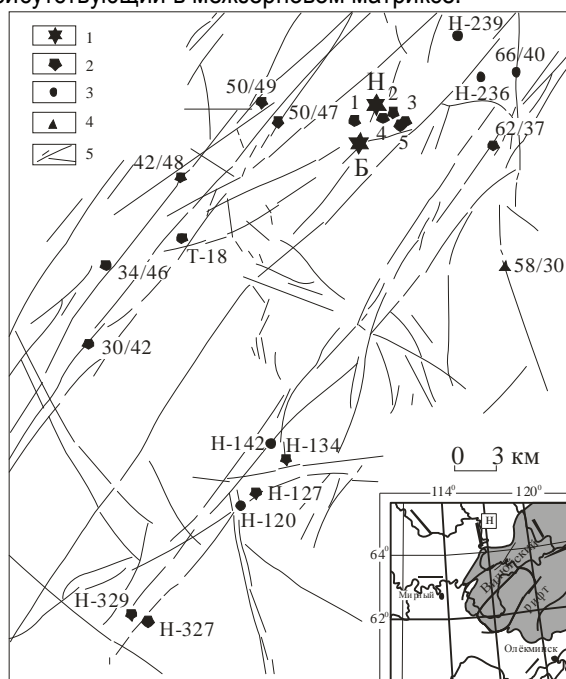
пускать разную реакцию гетерогенной литосферы на вещественное и термомеханическое воздействие подлитосферного источника (плюма). При этом наиболее высокая базальтовая продуктивность ограничивалась местами максимальных растягивающих напряжений в сегментах утоненной литосферы, ослабленных рифейским рифтогенезом.

В пределах ВМДП массовые проявления базитового магматизма предшествовали кимберлитовому и только в Накынском поле в трубке Нюрбинская уста-

<sup>1</sup>Киселев Александр Ильич, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, тел.: 42-54-34 (сот. 8-9148904622), e-mail: [akiselev@crust.irk.ru](mailto:akiselev@crust.irk.ru).

Kiselev Alexander Iljich, a doctor of geological and mineralogical sciences, a senior research assistant, a leading scientist, tel.: 42-54-34 (mob. 8-9148904622), e-mail: [akiselev@crust.irk.ru](mailto:akiselev@crust.irk.ru).

новлена более поздняя фаза базитов [1, 2]. Здесь кимберлиты прорваны дайкой долеритов с широкой вариабильностью в их составе калия (от 1.5 до 7 мас.% K<sub>2</sub>O), связанной с дополнительным привнесом этого элемента во время низкотемпературного метасоматического преобразования базитов. Высококалиевые базиты являются специфическими образованиями, локально проявленными среди магматитов ВМДП. Обычно они встречаются в виде даек и жилобразных тел, пространственно сопряженных с кимберлитоконтролирующими разломами. Эти породы нередко подвергнуты тектонической и, что важно отметить, флюидно-взрывной дезинтеграции и в ряде случаев являются составной частью базитовых эксплозивных брекчий. В них такие процессы как хлоритизация, карбонизация, калишпатизация и амфиболизация проявлены более интенсивно. Носителями калия в породах являются калиевый полевой шпат, псевдоморфно замещивший микровкрапленники плагиоклаза, а также присутствующий в межзерновом матриксе.



**Рис.1.** Положение кимберлитовых тел, базитов и базитовых эксплозивных брекчий в разломно-дайковой системе Вилуйско-Мархинского пояса в Накынском районе: 1 – кимберлитовые трубки (Б – Ботуобинская, Н – Нюрбинская); 2 – эксплозивные брекчии; 3 – базиты с высоким содержанием калия; 4 – монзонит-порфиры; цифрами обозначены номера скважин, 5 – разломы, содержащие дайки долеритов. На врезке буквой Н обозначено местоположение Накынского кимберлитового поля

Кимберлиты представлены двумя трубками – Нюрбинская и Ботуобинская, небольшим кимберлитовым телом Мархинское и двумя жилами, расположенными вдоль диагонального разлома по отношению к Северному и Южному разломам, вмещающим дайки долеритов (рис.1). Обе трубки были сформированы в две фазы внедрения. Первая фаза представлена порфиоровыми кимберлитами (ПК), вторая – автолитовыми кимберлитовыми брекчиями (АКБ) и кимберлитовыми брекчиями (КТБ). ПК имеют крупнопорфировую структуру. Порфиоровые выделения оливина 1

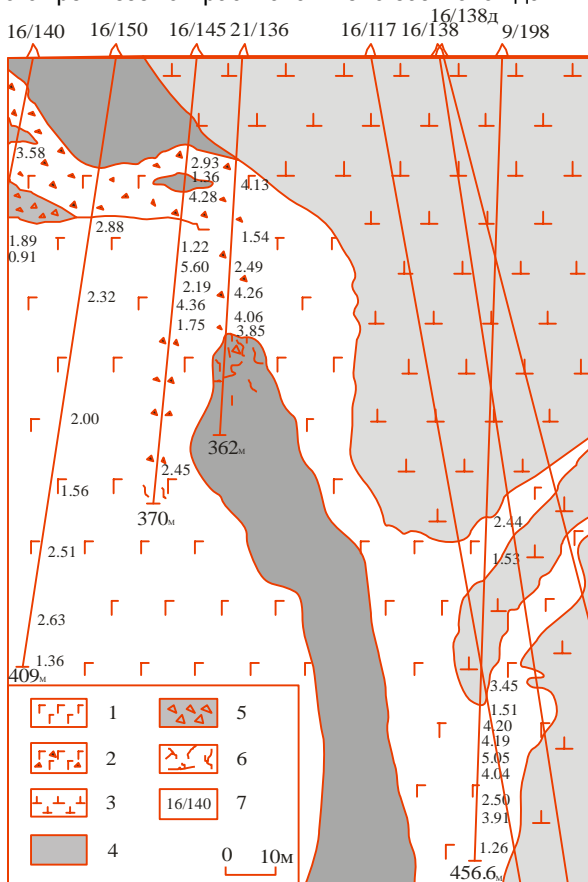
генерации (мантийные ксенокристы) и оливина 2 генерации (эвгедральный оливин) нацело замещены вторичными минералами – серпентином, хлоритом, кальцитом. В основной массе ПК содержатся серпентин (40-45%), лейстовидный флогопит (35-40%) и мелкозернистый кальцит (15-20%), а также тонкодисперсная рудная вкрапленность (0.4%) и перовскит (0.2%). В АКБ отчетливо проявлена автолитовая структура. Автолиты имеют ядерное строение с концентрически зональной оболочкой и с орбитальным расположением в ней мельчайших (менее 0.1 мм) компонентов кимберлитов (минералы, ксенолиты). Порфиоровые выделения оливина 1-ой и 2-ой генераций замещены серпентином, хлоритом и кальцитом. В цементе АКБ присутствуют кальцит, хлорит и глинистые минералы. КТБ отмечаются в верхней (кратерной?) части трубки Ботуобинская. Для их состава характерна значительная примесь обломочного материала вмещающих пород. В целом они близки по составу, хотя и имеют некоторые индивидуальные особенности.

Трубка Нюрбинская перекрыта терригенными нижнеюрскими отложениями мощностью около 50 м. На уровне эрозионного среза трубка имеет асимметричную линзовидную форму и состоит из кимберлитовых брекчий и порфиоровых кимберлитов в виде крупного блока в С-З части кимберлитового тела. Брекчии характеризуются высоким содержанием псевдоморфоз по оливину первой генерации (до 30%). В подавляющем большинстве это серпентин и кальцит в разных процентных соотношениях. Цементирующая часть брекчии имеет серпентин-карбонатный, иногда существенно карбонатный состав с высоким (до 30 % объема) содержанием мелкочешуйчатого, в основном, хлоритизированного флогопита. Кроме того, состав цемента характеризуется отсутствием перовскита и аномально низким содержанием рудных и барофильных минералов. Порфиоровые кимберлиты в сравнении с кимберлитовыми брекчиями содержат больше псевдоморфоз по оливину, особенно крупных классов, но меньше мантийных и коровых ксенолитов.

Трубка Ботуобинская имеет неправильную удлиненно-овальную форму, вытянутую в северо-восточном направлении. Она также как и Нюрбинская сложена кимберлитовыми брекчиями и порфиоровыми кимберлитами, причем последние имеют здесь большее распространение. Порфиоровые кимберлиты представляют собой породы серого, темно-серого цвета с характерным голубовато-зеленоватым оттенком с порфиоровыми выделениями серпентиновых, серпентин-карбонатных псевдоморфоз по оливину (30-45%) и флогопита (5-7 %). Они в целом характеризуются относительно невысоким содержанием ксеногенного материала, низким количеством граната, хромшпинели и пикроильменита. Последний в образцах порфиоровых кимберлитов отмечен в редких знаках. Особенностью рассматриваемых кимберлитов является высокое содержание мелкочешуйчатого флогопита, практически равномерно распределенного по всему объему породы.

Дайка долеритов в контуре кимберлитовой трубки Нюрбинская является уникальным объектом для выявления природы высококалиевых базитов (рис. 2). Ее краевые части сложены витрофиоровыми и микропорфиоровыми разновидностями нередко с высоким со-

держанием калия. Структурные разновидности долеритов порой обнаруживают между собой сложные отношения, отражающие динамику остывания и кристаллизации расплава – от среднезернистых в центральных частях тела до тонкозернистых и скрытокристаллических в приконтактных частях. Наряду с этим отмечаются вероятные элементы ликвации, а также признаки пульсационного внедрения расплава при становлении дайки. Главные породообразующие минералы долеритов представлены плагиоклазом (лабрадором), клинопироксеном, реже – оливином до (5-10%) и кварцем, акцессорные – апатитом, титаномагнетитом и ильменитом. В отношении кремнезема отмечается вариабельность от недосыщенных кремнеземом (оливинсодержащих) до насыщенных кварцсодержащих долеритов и монзонит-порфиров. Последние связаны с завершающим поступлением насыщенного кремнеземом расплава в тело базитовой дайки.



**Рис. 2. Контакт между кимберлитами и прорывающими их долеритами на разрезе трубки Нюрбинская: 1 – долериты; 2 – базитовые взрывные брекчии; 3 – кимберлиты; 4 – алевролиты ( $Pz_1$ ); 5 – брекчированные алевролиты; 6 – участки повышенной тектонической трещиноватости; 7 – номера скважин. По разрезам отдельных скважин показаны варьирующие содержания  $K_2O$  (масс. %) в долеритах. Повышенные содержания калия отмечаются в образцах, испытавших низкотемпературное метасоматическое преобразование**

Интрузивные контакты между кимберлитами и базитами четкие, ровные, местами извилистые. Отмечаются случаи отторжения базитовым расплавом кимберлитового субстрата. Визуально существенного реакционного воздействия расплава на кимберлит не

обнаружено. Определение химического и фазового состава минералов в зоне контакта показало, что экзоконтактная зона кимберлита испытала высокотемпературное воздействие со стороны базитового расплава. В кимберлитовой приконтактной зоне мощностью 4-5 мм порода полностью сложена тальксерпентиновой минеральной ассоциацией. По составу серпентин характеризуется повышенным содержанием глинозема, что присуще для серпентинов, образующихся при высоких Р-Т параметрах и обычно встречающихся в ультрасосновных породах высокостепенных комплексов. По данным термического анализа серпентина из приконтактной зоны температура эндозффекта кривой равна  $740^{\circ}C$ , что характерно для антигоритов: антигоритовая природа серпентина из экзоконтакта также подтверждена рентгенометрическим анализом. Тальк-антигоритовая ассоциация образуется в результате перекристаллизации серпентинизированных альпинотипных гипербазитов при температуре выше  $500^{\circ}C$ . Таким образом, установленные признаки высокотемпературной переработки кимберлита в зоне контакта однозначно свидетельствуют о более позднем внедрении базитового расплава.

Высококалиевые афанитовые базиты из базитовых трубок взрыва в Мирнинском кимберлитовом поле были отнесены к «субформации калиевых базальтов и пикритобазальтов [3]. Обоснование первично-магматической природы этих образований в основном базировалось на петрохимических данных обломков базитов их взрывных брекчий, в разной степени претерпевших вторичные низкотемпературные изменения. Полученные нами данные позволяют связывать высококалиевую специализацию и повышенную магниальность некоторой части обломков базитов из взрывных брекчий и сопряженных с ними интрузивных тел, главным образом с их низкотемпературным метасоматическим преобразованием, сопровождаемым привнесением калия, магния и ряда других элементов низкотемпературными растворами.

В Накынском кимберлитовом поле нами установлены переходы от массивных микродолеритов через зоны трещиноватости к телам взрывных брекчий мощностью от первых до десяти и более метров в краевых частях даек. Здесь отмечаются незакономерные вариации содержания калия как по разрезам массивных микродолеритов от типичных, характерных для средних составов интрузивных базитов ВМДП (1.3-1.6 мас.%  $K_2O$ ) до высококалиевых (3-5 мас.%  $K_2O$ ), так и среди их обломков из брекчий (от 1.5 до 7 мас.%  $K_2O$ ). В последних высокое содержание калия (иногда до 10 мас. %) связано с брекчированием базитов, что обеспечивало их более глубокое метасоматическое преобразование дренирующими калий- и магнийсодержащими растворами. Постмагматическое обогащение базитов магнием не вызывает особых сомнений. В неизмененных долеритах содержание магния редко превышает 6 мас. %  $MgO$ . Чаще оно варьирует в пределах 3-5 мас. %. Наиболее вероятен привнос магния в базиты растворами, частично мобилизуемыми этот элемент из доломитизированных нижнепалеозойских известняков после внедрения базитов. Проблема источника калия гораздо сложнее. На завершающем этапе развития базитового магматизма ВМДП изредка

отмечается появление сложных даек долеритов, центральные части которых сложены монзонит-порфирами с отчетливой калиевой специализацией (3.52-5.96 мас.%  $K_2O$ ) по отношению к смежным субщелочным долеритам, в которых натрия преобладает над калием. Другими возможными источниками калия могли быть нижнепалеозойские алевропелиты ( $K_2O$  до 4 мас.%), контактирующие с базитами, а также венд-кембрийский подмерзлотный водоносный комплекс, представленный ритмично переслаивающимися непроницаемыми глинистыми и пористыми карбонатными породами с зонами солоноватых и соленых вод и зонами залегающих ниже рассолов. Воды верхнекембрийского подмерзлотного водоносного комплекса являются крепкими рассолами хлоридного магниево-кальциевого состава ( $233 \text{ г/дм}^3$ ), в которых среди катионов присутствуют ион кальция ( $441000 \text{ мг/дм}^3$ ), ионы натрия и калия (суммарное содержание –  $21408 \text{ мг/дм}^3$ ), ион магния –  $14166 \text{ мг/дм}^3$ . Среди анионов преобладает хлорид-ион ( $152295 \text{ мг/дм}^3$ ) [4]. Исследованиями Ботубинской геолого-разведочной экспедиции в Накынском районе установлена современная обводненность разломов, а также наличие прямой гидравлической связи обводненной зоны кимберлитов и базитов в трубке Нюрбинская с межмерзлотным (250-350 м) и подмерзлотным (370-900 м) верхнекембрийскими водоносными комплексами. Проявление базитового магматизма сопровождалось прогревом

интрузивами вмещающих осадочных пород, интенсивной разгрузкой подземных вод по контактовым зонам и повышением концентрации в них растворенных компонентов. Воздействие на базиты и эксплозивные брекчи водных растворов, варьирующих как по составу, так и по количеству содержащихся в них компонентов, могло обеспечивать повышение содержания в породах в одних случаях только магния, в других – калия или того и другого вместе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08-05-00225а).

### Библиографический список

1. Томшин М.Д. Особенности магматических образований Накынского кимберлитового поля Якутской провинции / М.Д.Томшин, А.С.Фомин, В.П. Корнилова и др. // Геология и геофизика. -1998. – № 12.- С. 1693-1703.
2. Киселев А.И. Геодинамика развития кимберлитового и базитового магматизма в области Вилюйского палеорифта / А.И.Киселев, К.Н.Егоров, М.Н.Масловская //Отечественная геология. – 2002. -№ 4. – С. 40-45.
3. Ротман А.Я. Петрологические особенности базитов трубок взрыва Западной Якутии / А.Я.Ротман, В.П.Серенко // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. – Новосибирск: Наука. 1985. – С. 175-183.
4. Алексеев С.В. Криогенез подземных вод и горных пород (на примере Далдыно-Алаkitского района Западной Якутии) / С.В.Алексеев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 2000. – 119 с.

УДК 504.054, 504.064, 504.75.05

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДА С РАЗВИТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА БРАТСКА)

О.В.Лазарь<sup>1</sup>

Братский государственный университет,  
665709, г. Братск, ул.Макаренко, 40.

Рассматривается проблема атмосферного загрязнения воздушного бассейна города Братска. Представлены результаты статистической обработки метеорологических параметров, характеризующих климат; данных с постов слежения за состоянием атмосферного воздуха; сведений по заболеваемости населения. По математической модели произведен расчет степени загрязнения атмосферы основными промышленными источниками.

*Ключевые слова:* атмосферное загрязнение, воздушный бассейн, промышленные источники, эпидемиологическое состояние.

## THE ANALYSIS OF ECOLOGICAL SITUATION OF A CITY WITH DEVELOPED INDUSTRIAL INFRASTRUCTURE (ON EXAMPLE OF BRATSK CITY)

O.V. Lazar

Bratsk State University  
40 Makarenko St., Bratsk, 665709

The author examines the problem of air pollution of Bratsk air basin. She presents the results of statistical processing of meteorological parameters characteristic of climate, data from the posts of atmospheric air monitoring, data on population sickness rate. The calculation of degree of atmospheric pollution by basic industrial sources is performed with respect to a mathematical model.

*Key words:* atmospheric pollution, an air basin, industrial sources, epidemiological condition.

Рост городов, наращивание производственных мощностей, недостаточное обеспечение очистными

сооружениями имеющихся промышленных источников чрезвычайно актуализировали проблему сохранения

<sup>1</sup>Лазарь Ольга Владимировна, старший преподаватель кафедры дискретной математики, тел.: (8-923) 35-55-08, (8-9046) 56-97-63, e-mail: [Olazar@yandex.ru](mailto:Olazar@yandex.ru).

Lazar Olga Vladimirovna, an assistant professor of the Chair of Discrete Mathematics, tel.: (8-923) 35-55-08, (8-9046) 56-97-63, e-mail: [Olazar@yandex.ru](mailto:Olazar@yandex.ru).