

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ
SHORT COMMUNICATIONS**

УДК 552.11;552.31;552.311,313

**«АНОМАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ» В ТРАППАХ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ
– ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПЛАТОБАЗАЛЬТОВ**

В.В. Рябов, А.Я. Шевко, С.Н. Затеева

Институт геологии СО РАН

630090, г. Новосибирск, просп. акад. Коптюга, 3

E-mail: trapp@uiggm.nsc.ru

Поступила в редакцию 3 марта 2004 г.

На северо-западе Сибирской платформы среди подавляющей массы покровов толеитовых базальтов выделяется комплекс образований, которые, несмотря на ограниченное распространение, представляют большой интерес для выяснения особенностей вулканических процессов на платформе. К таким образованиям относятся покровы высокомагнезиальных и субщелочных базальтовых лав среди платобазальтов, экзотические проявления коматиитоподобных пород и магнетитовых лав, туфовые палеовулканы, не образующие покровов, и многочисленные дайки. Сюда относятся также пласты и линзы карбонатных пород между базальтовыми покровами и концентрированные проявления самородной меди и битумов в вулканогенных породах. На основании изучения особенностей проявления, распространения и состава этих образований предполагается, что ведущую роль в их формировании играла трещинная тектоника. Указанием на это является приуроченность аномальных образований к зонам глубинных разломов и рифтогенным структурам. Возникающие в процессе тектонической активизации зоны разуплотненных трещиноватых пород были благоприятны для миграции и накопления в них пластовых флюидов и для внедрения магматических расплавов. В связи с этим формы проявления, масштаб и состав аномальных образований предопределялись глубиной заложения разломов, степенью зрелости рифтогенных структур и историей тектонического развития региона, предшествующей вулканическим пароксизмам.

Ключевые слова: *Сибирская платформа, палеовулканы, высокомагнезиальные и субщелочные лавы, коматиитоподобные породы, магнетитовые лавы.*

**«ABNORMAL FORMATIONS» IN THE SIBERIAN PLATFORM TRAPPS
– INDICATORS OF GEODYNAMIC CONDITIONS
OF PLATEAU BASALTS FORMING**

V.V. Ryabov, A.Ya. Shevko, S.N. Zateeva

Institute of Geology, Siberian Branch of RAS

There is a complex of abnormal geological formations among uniform tholeiitic basalt covers in northwest of the Siberian platform. These formations have local distribution, but they have a big interest for finding-out the character of volcanic processes on the platform. The covers of high-magnesia and subalkaline basalt lavas among plateau basalts, the exotic phenomena of komatiite-like rocks and magnetite lavas, the not cover-forming tuff paleovolcanoes and numerous dykes are distinguished among such objects. The layers and lenses of carbonaceous rocks between basalt covers, the concentration of a native copper and bitumens in volcanic rocks belong to such unusual formations too. The features of shape, allocation and composition of these formations have been investigated. It is supposed, that fracture tectonics played the leading part in their forming. The closeness of abnormal objects to zones to deep faults and rifting structures specifies it. The zones of the loosened fissured rocks, which arise during tectonic activity, were congenial for migration and accumulation of fluid layers and for

intrusion of magmatic melts. In this connection, the shape, the scale and composition of abnormal formations were predetermined by faults lying depth, maturity degree of rifting structures and a preceded history of tectonic development of the region.

Key words: *the Siberian platform, paleovolcanoes, high-magnesia and subalkaline lavas, magnetite lavas.*

Введение

Платобазальты Сибирской платформы (СП) давно привлекают внимание геологов грандиозными масштабами лавовых излияний. Наиболее полный разрез туфолаговой толщи находится на северо-западе Сибирской платформы, где его мощность достигает 3,5 км. Здесь выделяется более 200 лавовых покровов и около 30 горизонтов туфов. Туфолаговая толща подразделяется на 11 свит, формирование которых происходило в пять вулканических циклов (рис. 1). Основная масса лавовых покровов представлена толеитовыми базальтами, которые по разным оценкам составляют 93-95 % всего объема лав. Среди толеитов локально проявляются покровы высокомагнезиальных (0,4-1 %) и субщелочных базальтовых (трахибазальтовых) и щелочных лав (4-6 %). Результатам исследования пермо-триасового вулканизма на Сибирской платформе посвящено огромное число публикаций. Однако, несмотря на, казалось бы, достаточно хорошую изученность траппов, механизм формирования туфолаговой толщи до сих пор окончательно не решен и продолжает обсуждаться в литературе. Для создания генетической модели следует использовать не только общие закономерности петрологии платобазальтов, но и учитывать сравнительно редко встречающиеся среди них экзотические или, иначе говоря, аномальные образования. Краткой характеристике некоторых подобных образований и возможной интерпретации их природы посвящена настоящая статья.

Высокомагнезиальные лавы в траппах

На территории СП излияния высокомагнезиальных лав ($MgO > 12$ мас. %) происходили неоднократно и, как правило, были приурочены к краевой части платформы (рис. 1). Наиболее широкое площадное распростра-

нение и большие мощности имеют покровы богатых оливином лав в Норильском (Н) и Маймеча-Котуйском (М-К) стратиграфических районах (рис. 2). В Каменской провинции (К) лавы пикритовых базальтов и лимбургитов имеют локальное распространение. В Тунгусской синеклизе (ТС) покровы пикритовых и оливинофировых базальтов проявляются в западном (ЗБ) и северном (СБ) бортах, а в восточном (ВБ) отсутствуют.

Детальная характеристика распространения высокомагнезиальных лав приводилась нами ранее [Рябов и др., 2003], поэтому отметим лишь некоторые их особенности. Изопахиты пикритовых лав гудчихинской свиты вытягиваются вдоль края платформы и открываются в сторону Енисей-Хатангского рифтогенного прогиба, а области с максимальным их накоплением (до 200 м) приближены к границе СП [Золотухин и др., 1986]. Предполагается, что вытянутые формы изопахит с максимальной мощностью лав отражают магмовыводящие каналы. Особенность состава высокомагнезиальных лав северо-запада СП заключается в повышении щелочности пород в направлении с запада на восток (рис. 3). В пределах Норильско-Хараелахского прогиба и в западном борту ТС пикритовые и оливинофировые базальты и анкарами-ты из различных свит и вулканических циклов представляют породы нормального петрогенетического ряда, в северном борту ТС и в Каменской провинции – субщелочного ряда, а в Маймеча-Котуйской – субщелочного и щелочно-ультраосновного состава [Fedorenko, Czamanske, 1997; Рябов и др., 2000; Рябов, 2003; Рябов и др., 2003].

Субщелочные базальтовые лавы в траппах

В разрезе туфолаговой толщи севера СП породы повышенной щелочности проявляются неоднократно в различных вулкани-

| СИСТЕМА | ГОРИЗОНТ | СВИТА, ТОЛЩА | ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ЦИКЛ | ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫЕ ЛАВЫ | | | | | | СУБЩЕЛОЧНЫЕ И ЩЕЛОЧНЫЕ ЛАВЫ | | | | | | | |
|-----------|--------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----|----|----|---|-----|--------------------------------|----|----|----|---|-----|--|--|
| | | | | Н | ТС | | | К | М-К | Н | ТС | | | К | М-К | | |
| | | | | | ЗБ | СБ | ВБ | | | | ЗБ | СБ | ВБ | | | | |
| ТРИАСОВАЯ | ПУТОРАНСКИЙ | sm | V | | | | | | | | | | | | | | |
| | | km, mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | hr, nr, dl | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | mk, hn, kg ₂ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ДВУРОГИНСКИЙ | mr, an, jr, dv, kg ₁ | IV | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ТУТОНЧАНСКИЙ | nd, ar, vd | III | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | tk | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | hk, pb | | | | | | | | | | | | | | | |
| II | gd | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | sv, cn | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПЕРМСКАЯ | ГАГАРЬЕОС-ТРОВСКИЙ | iv | I | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 1. Распределение покровов аномальных по составу лав в разрезе платобазальтов Сибирской платформы.

Свиты: ar – арыджангская; an – аянская; cn – чангадинская; dl – дельканская; dv – двурогинская; gd – гудчихинская; hk – хақанчанская; hr – хараелахская; hn – хоннамакитская; iv – ивакинская; jr – юряхская; kg – коготокская; km – кумгинская; mm – маймечинская; mk – мокулаевская; nr – моронговская; nd – надеждинская; nr – неракарская; pb – правобоярская; sm – самоедская; sv – сыверминская; tk – туклонская; vd – водопадная. Серым фоном в полях распределения субщелочных и щелочных лав показаны андезитобазальты и трахиандезитобазальты. Пояснения в тексте.

ческих циклах и свитах (рис. 1). Они представлены, главным образом, трахибазальтами, реже – андезито- и трахиандезитобазальтами, еще реже – трахитами и другими типами пород. Наиболее мощные излияния этих лав приурочены к Норильской и Маймеча-Котуйской провинциям и тяготеют к северной границе СП с Енисей-Хатангской рифтогенной структурой и связанными с ней субширотными разломами (рис. 4). В Норильско-Хараелахском прогибе изопакиты покровов трахибазальтов ивакинской свиты имеют северо-западную ориентировку. Области с максимальным накоплением лав здесь приближены к

границе СП и Енисей-Хатангской рифтогенной структуры и открыты в ее сторону [Золотухин и др., 1986]. Для субщелочных лав, так же как для пикритовых, предполагается, что изопакиты с максимальной мощностью лав отвечает магмовыводящему каналу. В Каменской провинции известны только узколокальные проявления трахибазальтов и субщелочных туфов. В ТС покровы трахибазальтов ивакинского времени приурочены к ее западному борту, к зоне Имандино-Летнинского разлома. По мере удаления к центру синеклизы мощность покровов уменьшается, и далее они исчезают из разреза лав.

Более значительное распространение в ТС имеют трахибазальтовые лавы юрхской толщи. Их распределение контролируется Хантайско-Дюпкунским рифтом, который трасируется в субширотном направлении между Аянской и Агатской мульдами с осью вдоль озер Хантайское и Дюпкун [Липков, 1969]. По мере удаления от осевой линии рифта уменьшается количество покровов трахибазальтов и снижается мощность юрхской толщи вплоть до полного ее выклинивания. Примечательным является также проявление трахибазальтов чангадинской толщи [Государственная...,

2000], которая находится на широтном продолжении Хантайско-Дюпкунского рифта в западном борту ТС.

Детальная характеристика особенностей распространения и проявления субщелочных лав региона приводится в работе [Рябов и др., 2003]. Щелочные лавы известны только в Маймеча-Котуйской провинции, и характеристика их дана в работе [Fedorenko, Czamanske, 1997]. По химическому составу лавы региона отвечают петрогенетическим сериям субщелочных и щелочных пород. Некоторое представление об их составе дают диаграм-

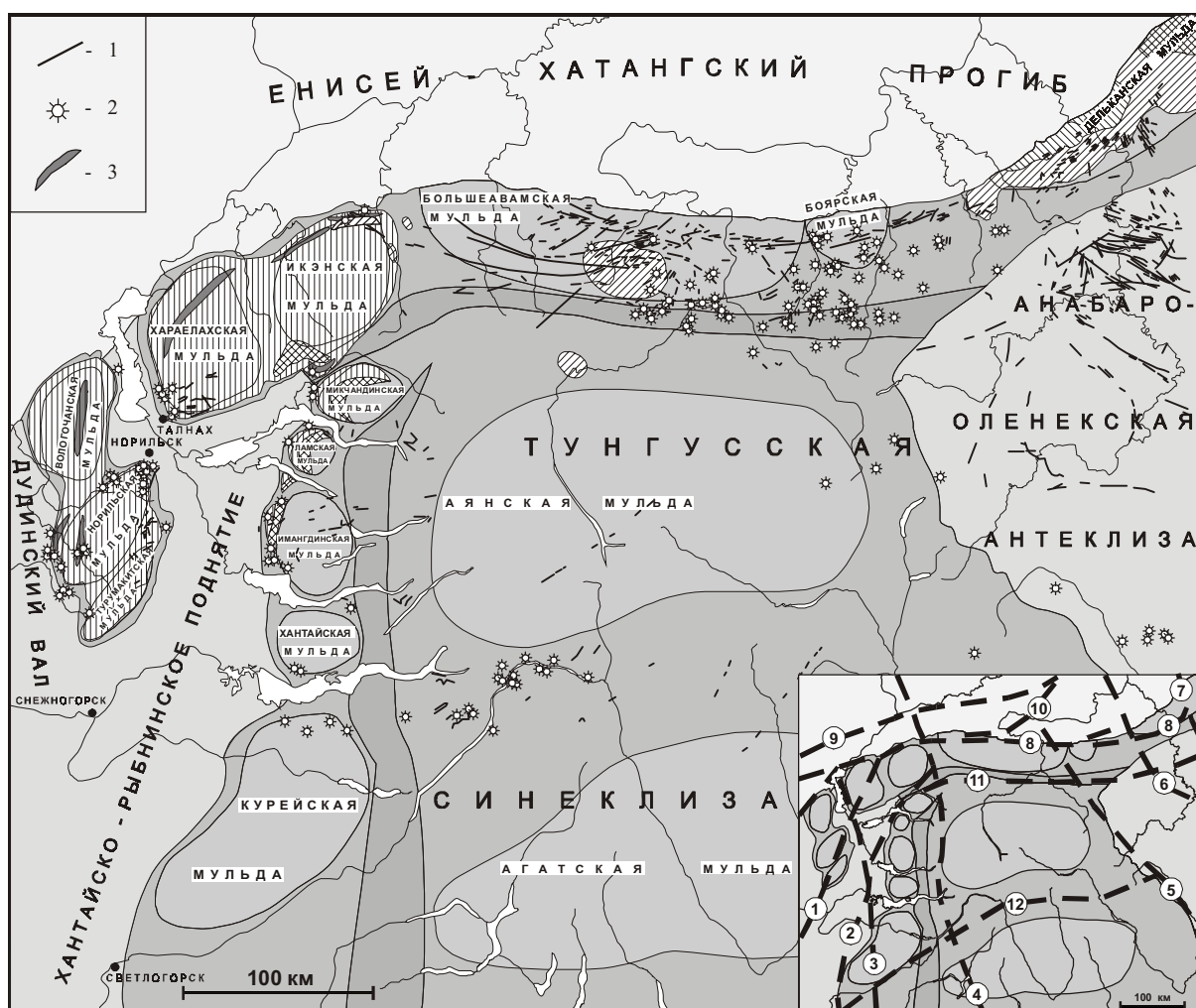


Рис. 2. Схематизированная карта распределения высокомагнезиальных лав на северо-западе Сибирской платформы.

1 – дайки основных, щелочно-основных, щелочно-ультраосновных пород; 2 – палеовулканы; 3 – области максимальной мощности пикритовых базальтов гудчихинской свиты. Различной штриховкой показаны области распространения и возраст (см. рис. 1) высокомагнезиальных лав. На врезке показаны основные глубинные разломы: 1 – Норильско-Харелахский; 2 – Летнинско-Имандинский; 3 – Пясинский; 4 – Кыстыктахский; 5 – Чангадинский; 6 – Романихинский; 7 – Байкало-Таймырский; 8 – Енисейско-Гулинский; 9 – Рассохинский; 10 – Боганидский; 11 – Микчандинско-Борурахский; 12 – Курейский.

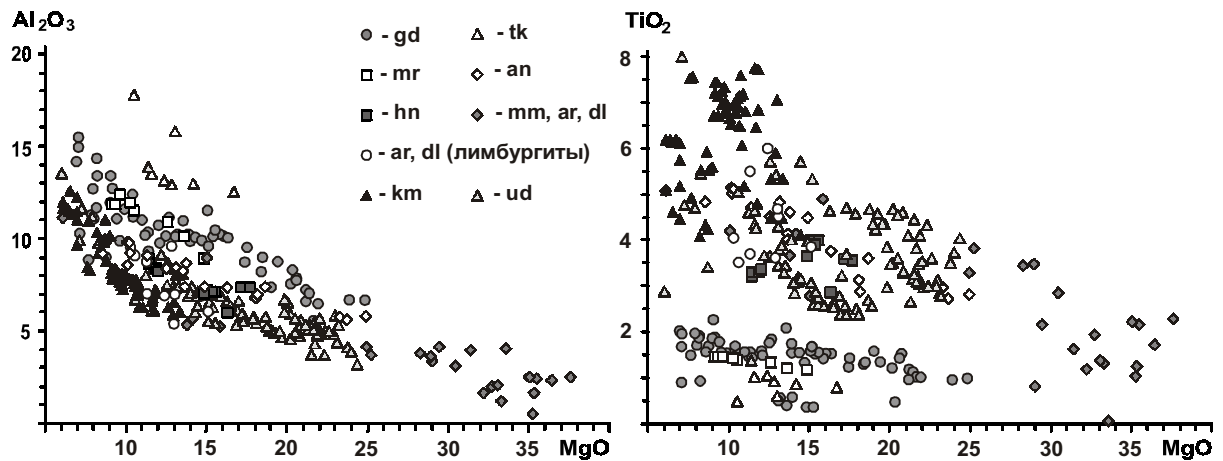


Рис. 3. Диаграммы состава (мас. %) высокомагнезиальных магматических пород северо-запада Сибирской платформы.

На диаграммах нанесены точки составов малых интрузий каменского (km) и усть-дельканского (ud) комплексов. Пояснения в тексте и на рис. 1.

мы (рис. 5), где для сравнения нанесены точки состава трахидолеритов из силлов ергалахского (er) и даек авамского (av) комплексов [Рябов и др., 2000]. Первые являются коагматами ранних излияний лав ивакинских трахибазальтов, вторые – коагматами субщелочных эффузивов Маймеча-Котуйской провинции. Последние, в сравнении с лавами Норильской провинции, являются более щелочными. Из графиков видно, что состав трахибазальтовой магмы на СП эволюционировал во времени и в пространстве. В целом, для субщелочных базальтовых лав региона можно отметить их пространственную приуроченность к глубинным разломам и краевым частям платформы, а также широкие вариации состава, которые, по-видимому, обусловлены различной глубиной магматических очагов и варьирующей флюидизированностью расплава.

Коматиитоподобные породы в покровах платобазальтов

Коматиитоподобные породы представляют собой экзотические образования, редко встречающиеся в траппах Сибирской платформы. Они проявляются в составе мощных покровов платобазальтов, где образуют серию выдержанных по мощности горизонтов с дендритовидными мегакристаллами клинопироксена, реже оливина и плагиоклаза длиной от 1-2 до 32 см. Дендритовидная форма вы-

деления минералов, напоминающая структуру спинифекс, явилась основанием называть породы коматиитоподобными. Покровы коматиитоподобных пород (рис. 6) установлены в обнажениях бортовых частей Имангдино-Летнинского разлома на крыльях Хараелахской мульды (Южно-Икэнский покров), Микчандинской мульды (Микчандинский покров [Додин, Голубков, 1971]), Имангдинской мульды (Кета-Ирбинский покров [Кавардин, 1988] и покров горы Сундук) и в зоне Норильско-Хараелахского разлома в Норильской мульде [Дюжиков, Дистлер, 1981].

Наиболее детально внутреннее строение и вещественный состав коматиитоподобных пород изучены в дифференцированных покровах – Микчандинском и на горе Сундук [Рябов и др., 1977; Рябов и др., 2000]. Оба покрова представляют собой пример одновременного излияния на поверхность различных по составу несмешивающихся расплавов, что выразилось в переслаивании пикритовых и толеитовых базальтов.

Микчандинский дифференцированный покров имеет мощность 13,5 м и располагается в толще однородных афировых базальтов. Покров состоит из чередующихся субгоризонтальных слоев пикритовых (преобладающих в разрезе) и афировых базальтов. Кристаллизация расслоенного расплава привела к образованию 9 горизонтов коматиитоподобных пород с дендритовидными мегакристал-

лами клинопироксена, которые располагаются внутри слоев афировых либо пикритовых базальтов. Горизонты с дендритовидными мегакристаллами имеют резкие границы, по простирацию, они выдержаны по мощности, которая в разных слоях колеблется от 1 до 32 см. Дендриты растут снизу вверх и составляют от 70 до 100 % слоя. Дендриты представлены клинопироксеном и только в самом верхнем горизонте наблюдается нарастание на клинопироксен дендритов оливина – Fa_{27} . Состав дендритовидного клинопироксена во всех слоях отвечает авгиту $Wo_{38-40}En_{46-49}Fs_{11-16}$ [Рябов и др., 2000].

Не менее своеобразными по структуре являются крупно- и мелкосферолитовые ба-

зальты, располагающиеся между горизонтами коматиитоподобных пород. Сферолиты сложены клинопироксеном, обрастающим фенокристаллы оливина и газовые пузыри. Размер мелких сферолитов 0,3-0,7 см в диаметре, крупных 1,5-2,5 см, иногда достигает 4-6 см. По составу клинопироксен сферолитов сходен с дендритами.

Дифференцированный покров оливинофировых до пикритовых базальтов горы Сундук занимает «подвешенное» положение в толще толеитовых базальтов туклонской свиты. Расслоенная серия пород покрова представлена чередованием горизонтов бедных (оливинофировых) и обогащенных оливином (пикритовых) базальтов. В нижней части по-

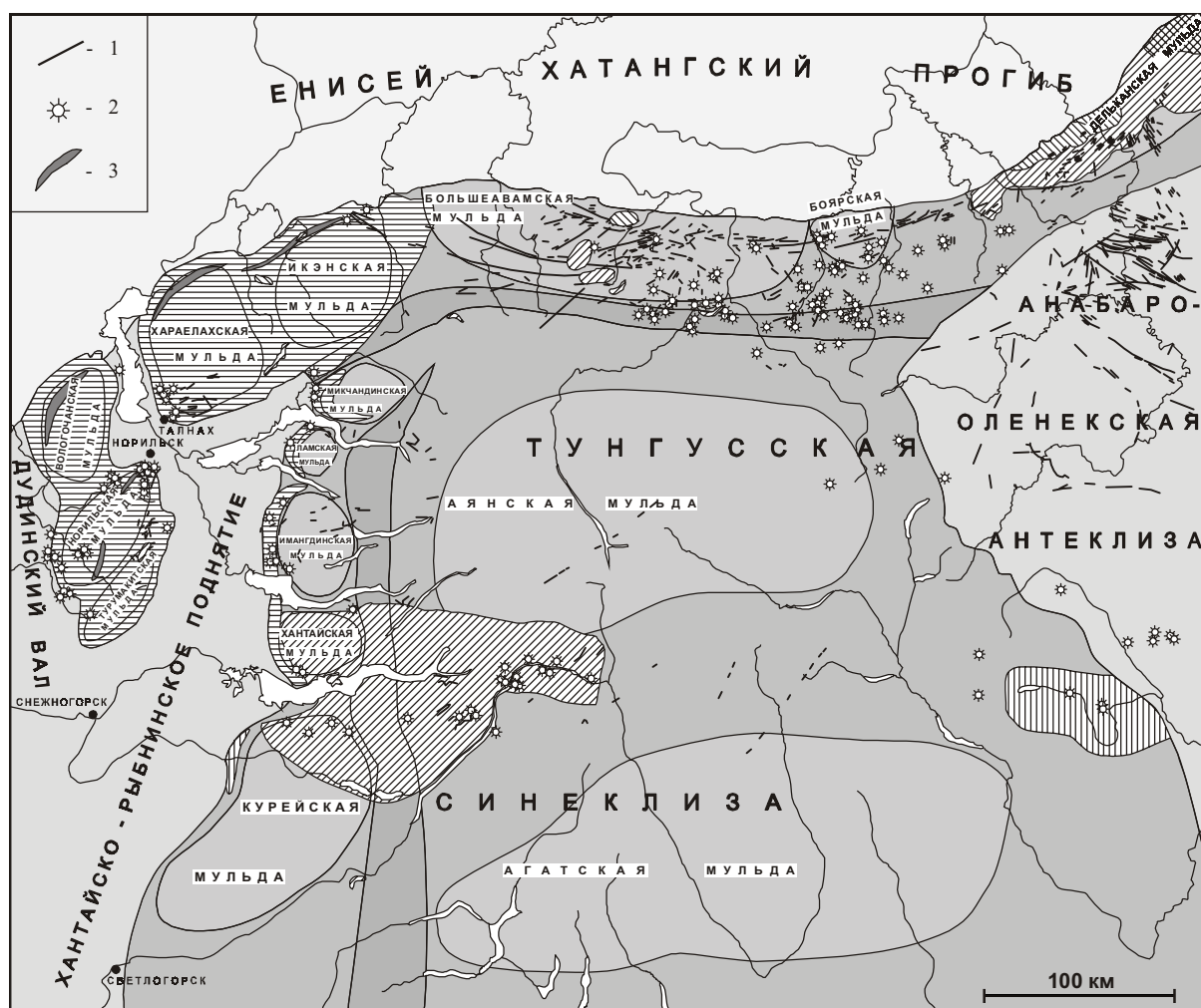


Рис. 4. Схематизированная карта распределения субщелочных и щелочных лав на северо-западе Сибирской платформы.

1 – дайки основных, щелочно-основных, щелочно-ультраосновных пород; 2 – палеовулканы; 3 – области максимальной мощности трахибазальтов ивакинской свиты. Различной штриховкой показаны области распространения и возраст (см. рис. 1) субщелочных и щелочных лав.

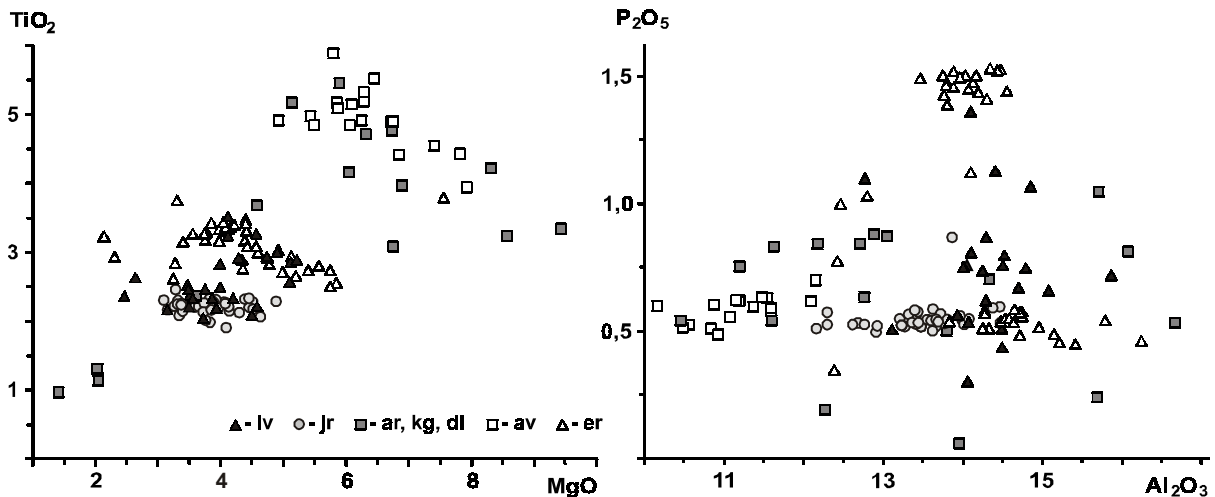


Рис. 5. Диаграммы состава (мас. %) субщелочных и щелочных магматических пород северо-запада Сибирской платформы.

На диаграммах нанесены точки составов малых интрузий авамского (av) и силлов ергалахского (er) комплексов. Пояснения в тексте и на рис. 1.

кровя располагаются 5 горизонтов с дендритовидными мегакристаллами оливина ($Fa_{39,40}$) или плагиоклаза (An_{74}), реже клинопироксена ($Wo_{40}En_{49}Fs_{11}$). Горизонты коматиитоподобных базальтов имеют резкие границы и выдержаны по мощности, которая в разных слоях составляет от 4 до 30 см. В верхней части дифференцированного покрова находятся полосчатые базальты мощностью 10 м, текстура которых является характерной для близжерловой зоны трещинных палеовулканов.

Своеобразная структура коматиитоподобных пород с дендритовидными мегакристаллами, сферолитовые базальты, а также приуроченность их проявлений к зонам глубинных разломов дает основание предполагать их образование при излиянии и гетероморфной кристаллизации расслоенной расплава вблизи магмовыводящего вулканического аппарата [Рябов и др., 2000].

Палеовулканы

Механизм формирования грандиозных площадных излияний платобазальтов Сибирской платформы давно обсуждается в геологической литературе. Под впечатлением современного вулканизма ряд геологов развивали модели одного гигантского или серии менее крупных щитовых вулканов и стратовулканов гавайского или исландского типов, ко-

торые сформировали всю туфо-лавовую толщу [Горяинов и др., 1976; Дараган-Сушков, 1984 и др.]. Существует представление, что вдоль обрамления Тунгусской синеклизы находилась серия щитовых вулканов, а внутри нее располагались трещинные вулканы. Щитовые вулканы имели автономные магматические очаги, определившие провинциальные особенности магматизма. Вулканы были полигенными и многоканальными. Базальтовые покровы формировались в результате излияний лавы из вулканических аппаратов как центрального, так и трещинного типов. Позднее выяснилось, что карты изопахит, построенные для отдельных свит, а также высокомагнезиальных и субщелочных базальтовых покровов [Золотухин и др., 1986] показывают не концентрическое расположение областей накопления лав вокруг предполагаемых вулканических центров, а линейную их вытянутость, комплиментарную ориентировке тектонических структур. Это послужило основанием для выделения магмовыводящих трещин и повышения роли трещинных вулканических аппаратов при формировании базальтовых покровов.

На схематизированной карте (рис. 2) показаны 162 вулканических аппарата центрального типа. Они располагаются, главным образом, в областях поднятий, в зонах рифтогенных структур и глубинных разломов, сопряженных с бортами вулканических впадин.

мульдах, в центральной части Тунгусской синеклизы и цепочкой трассируются вдоль Курейского разлома (рис. 6). Известняки представляют собой мелко-тонкозернистую слоистую со следами размыва породу, в которой установлены остатки диатомовых водорослей, спор, пыльцы папоротников, членисто-стебельных хвойных растений и т.д. [Геология..., 1988; Геологическая..., 1994, и др.]. Прослои и линзы известняков имеют мощность от первых сантиметров до 3-6 м, реже 30 м и в пределах обнажений прослеживаются на десятки, реже сотни метров [Полькин, 1958]. По простиранию известняки переходят в туфогенные породы. В верхнем экзоконтакте прослоев известняков находятся шаровые лавы и/или лавобрекчия, миндалекаменные и плотные базальты, которые ниже по разрезу сменяются фреатической брекчией и далее слоистыми известняками. Известняки обычно залегают на туфах или туффитах, контакт с которыми, как правило, резкий.

Предполагается, что накопление известняков и туфов происходило в мелководных озерах и морских лагунах, которые образовались после затухания вулканической деятельности и общего погружения территории. Находки известняка явились одним из оснований считать, что формирование туфолаковой толщи вплоть до середины моронговского времени осуществлялось в субаквальных условиях [Геология..., 1988, и др.]. Однако эти традиционные представления о природе прослоев и линз известняков в траппах давно ставились геологами под сомнение [Полькин, 1958]. Небольшие размеры и линзовидный характер проявлений пластов известняков указывают на небольшие объемы водных бассейнов, в которых происходило накопление осадков. Скорость накопления осадков в морях с образованием известняков оценивается примерно 1 см в 100 тыс. лет (устное сообщение Ю.И. Тесакова). Следовательно, пласт известняка мощностью в 30 м мог сформироваться за 3 млн. лет, что маловероятно, если учесть отсутствие отчетливой эрозии и коры выветривания, которые должны были проявиться на этом стратиграфическом рубеже. Существует представление [Полькин, 1958], что источником углекислого кальция для известняков являлись минерализованные гидротермы, которые приводили к образованию кальцита и накоплению его в озерных бассейнах. До-

полнительно к этому можно добавить, что форма и размер тел и состав известняков позволяют предполагать, что озера-маары образовались в кальдерах проседания, в которых действовали высокоминерализованные fumarолы. Они приносили углекислый кальций, который отлагался в виде известкового туфа, а в дальнейшем при разрушении создавал залежь известняка.

Такой механизм формирования линз известняков между базальтовыми покровами объясняет их небольшие размеры и указывает на связь с палеовулканами. Примечательной особенностью известняков в кальдерах Икэнской и Большеавамской мульды является приуроченность к ним и сопутствующим им туфам повышенных концентраций самородной меди [Геология..., 1988]. В известняках она располагается по плоскостям напластования и по секущим породу трещинкам, в туфах образует вкрапленники и прожилки, а в подстилающих меденосные известняки базальтах наблюдается в миндалинах.

Самородная медь в туфолаковой толще

Акцессорная вкрапленность и скопления самородной меди приурочены к верхней половине разреза туфолаковой толщи от туклонской до самоедской свиты включительно. Медь встречается в карбонатных и туфогенных породах, в миндалекаменных и плотных базальтах, в дайках и силах, а также в метадиоритах дифференцированных покровов пикритовых базальтов. На северо-западе Сибирской платформы выявлено свыше 50 рудопроявлений и участков минерализации самородной меди [Геологическая..., 1994]. Особенностью распределения рудопроявлений является их приуроченность к зонам глубинных разломов. Пример этому представляет цепь рудопроявлений, которая вытягивается полосой вдоль Абагалахского разлома, пересекающего Хараелахскую и Икэнскую мульды (см. рис. 6). Повышенная концентрация тектонических деформаций в Большеавамской мульде нашла отражение в зараженности медью всего разреза туфолаковой толщи.

Скопления меди отмечаются в линзах известняков и карбонатизированных туфов, приуроченных к моронговской и мокулаевской свитам. В Большеавамской мульде они установлены В.А. Радько и М.П. Савушкиным в

верховьях рек Кэтэре, Уохирь, Бол. Авам, Мал. Авам и Неракачи. Наиболее изученное Арылахское месторождение меди расположено в междуречье Арылах–Самоедская Речка. Меденосный горизонт прослежен на расстоянии 40 м. Снизу-вверх по разрезу он представлен пачкой туфогенных пород (1,5-12 м), и пластов брекчированных и однородных известняков (0,7-6 м) с прослоями вулканогенных пород, которые перекрываются базальтами и, локально, лавобрекчией [Геологическая..., 1994]. Главным рудным минералом Арылахского месторождения является самородная медь, реже встречаются куприт, тенорит, халькозин, ковеллин и малахит. В ассоциации с ними отмечаются кальцит, хлорит, цеолиты, кварц, пренит, адуляр, апатит, флюорит и битумы. Микросондовые исследования рассеянной вкрапленности меди в базальтах показали присутствие в ней примеси (в г/т): As 0-410; S 10-1410; Fe 810-8540; Ni 0-10; Ag 130-560. Медь из скоплений в известняках и туфах, в том числе Арылахского месторождения, содержала примеси (в г/т): As 0-410; S 10-350; Fe 150-1670; Ni 10-140; Ag 40-340; Au 80-110. В куприте и тенорите обнаружены примеси (в г/т): S 230-460; Fe 330-5380 и Ag 20-430, а в халькозине As до 70; Ni до 230; Fe 1570-16400 и Ag 240-550.

Анализ имеющихся данных указывает на связь проявлений самородной меди в платобазальтах и известняках кальдер проседания с эндогенными флюидами, концентрация которых происходила в зонах повышенной трещиноватости и проницаемости, связанных с глубинными разломами и вулканическими постройками.

Магнетитовые лавы в платобазальтах

Проявление рудной магмы в виде лавовых потоков представляет уникальное природное явление. Впервые в литературе магнетитовая лава описана в районе вулкана Эль-Лако (Чили). Вторая в мире находка была установлена в трапах Сибирской платформы в обнажениях по руч. Магнетитовому, бассейн оз. Хантайского [Рябов, Павлов, 1991]. В дальнейшем количество находок магнетитовых лав на платформе увеличилось. Рудные потоки были обнаружены и изучены по ручьям горы Сирота и руч. Железному (бассейн оз. Хантайского). Находки подобных магнетито-

вых скоплений позднее были обнаружены В.А. Радько в верховьях рек Уохирь и Онкойачин (Большеавамская мульда), а Г.К. Шкляриком – в обнажениях оз. Дулук (Аянская мульда) (см. рис. 6). Проявления магнетитовых лав приурочены к верхней части разреза туфолаковой толщи. Кроме того, в базальтах Курейской и Хантайской мульд известен целый ряд магнетитовых рудопроявлений, детальные исследования которых никто не проводил, и они вполне могут пополнить список проявлений рудных лав.

Рудная лава руч. Магнетитового связана с трахибазальтами юряхской свиты, а все остальные ее проявления располагаются в толстых базальтах верхней части мокулаевской (хоннамакитской) свиты. Рудная лава образует потоки сливных магнетитов, базальтов и палагонитов с богатой магнетитовой вкрапленностью, а также агломератов, в которых обломки базальтов находятся в гематит-магнетитовом цементе. В сплошных рудах магнетит наблюдается в виде мелких сферолитов (диаметром 0,5-1,5 см), крупных полусфер диаметром до 12 см и дендритовидных или столбчатых кристаллов длиной от 1-1,5 до 10 см. Особенностью состава магнетита является повышенное содержание MgO, составляющее 3,58-5,82 мас. % [Рябов, 1997], а в магнетите оз. Дулук оно достигает 9,38-10,07 мас. %.

Проявления магнетитовых лав приурочены к зонам глубинных разломов. Наиболее отчетливо связь магнетитовых рудопроявлений с трещинной тектоникой отразилась в зоне Хантайско-Дюпкунского палеорифта и в Курейской мульде, рассеченной Кулюмбинским, Горбиачинским и Курейским глубинными разломами. Формирование рудных лав объясняется как результат взаимодействия базальтового расплава с летучими в процессе его миграции через флюидонасыщенную раму разуплотненных пород в зонах рифтов и глубинных разломов [Рябов, 1997].

Дайковый пояс северного обрамления Тунгусской синеклизы

Наиболее широким распространением дайковые образования пользуются в северном обрамлении Тунгусской синеклизы. На схематизированной карте (см. рис. 2) нанесено 580 даек. Максимальная концентрация даек приурочена к Большеавамской, Боярской и

Дельканской мульдам и поднятиям между ними. Региональные дайки сложены долеритами и трахидолеритами соответственно далдыканского и авамского комплексов, а более мелкие тела представлены каменским комплексом сиенит-меланефелинитов и усть-дельканским комплексом лампрофиров. Основная масса даек Тунгусской синеклизы сложена долеритами. Дайки нередко располагаются в плоскостях сместителей разломов или на их продолжении, образуют пакеты, сложенные серией субпараллельных тел, либо создают рои в ореолах интрузивов центрального типа [Бушканец, Невская, Беляков, 1970; Жабин, Сурина, 1970].

Химический состав даек каменского и усть-дельканского комплексов широко варьирует. Среди них выделяются породы основного, щелочно-основного, щелочно-ультраосновного и щелочного состава. Некоторое представление о составе пород можно получить по диаграммам (рис. 3, 5). Отсутствие наблюдений возрастных взаимоотношений между дайками позволяет предполагать близкое к одновременному их внедрение. Среди даек встречаются своеобразные «слепые» и многофазные интрузии. Первые образуют пакеты субпараллельных тел, остро выклинивающихся в обе стороны, а особенностью вторых являются широкие вариации состава различных фаз-порций внедрения расплава. Дайки секут всю туфолавовую толщу, но, являясь потенциальными подводными магматическими каналами, не имеют эффузивных комагматов. Исключение составляют силлы трахидолеритов ергалахского комплекса в Норильской провинции, для которых описаны случаи перехода в покровы трахибазальтов ивакинской свиты. Другой пример комагматизма представляют дайки и небольшие по площади покровы лимбургитов и пикритовых порфиритов Каменской провинции [Рябов, 2003].

Приведенные данные позволяют связывать возникновение дайкового пояса в северном прогибе Тунгусской синеклизы с напряженным тектоническим состоянием, которое возникло на его границе с Енисей-Хатангской рифтогенной структурой. Разнообразие дайковых пород обусловлено флюидно-магматической дифференциацией трахибазальтового расплава, которая явилась следствием его внедрения через разуплотненную трещиноватостью флюидонасыщенную раму.

Битумопроявления в платобазальтах

В последнее время у геологов резко возрос интерес к флюидному режиму рудно-магматических систем, в том числе к восстановительным флюидам, связанным с платформенным магматизмом. В связи с этим представляют интерес проявления жидких и твердых битумов в траппах.

В туфолаговой толще битумы установлены в Норильской, Вологодчанской, Хараслахской и Икэнской мульдах, прилегающих к Енисей-Хатангскому рифту и к глубинным разломам этого района (см. рис. 6). В пределах северной части Тунгусской синеклизы проявления битумов известны в зонах Хантайско-Дюпкунского палеорифта и глубинных разломов в районах р. Северной, оз. Бельдучана и др. Битумы встречаются в кальдерах вулканических аппаратов виде скоплений и пропитки туфогенных и карбонатных пород. В районе р. Эранкан (бассейн оз. Агата) известна фумарола, выполненная антраксолитом. Битумы наблюдаются как заполнители пустот в миндалекаменных базальтах. В трещиноватых зонах они образуют крутопадающие жилы, секущие всю туфолавовую толщу от ивакинской до мокулаевской свиты включительно. Изредка в туфах между покровами базальтов встречаются субгоризонтальные линзы асфальтита. В ассоциации с битумами в базальтах отмечаются кальцит, халцедон, пренит, хлорит, халькопирит, пирротин и пирит.

Анализ особенностей распространения и проявления битумов в эффузивных траппах позволяет связывать их с углеводородами пластовых флюидов осадочных пород, из которых они стягивались в зоны разуплотненных пород разломов и по трещинам мигрировали в верхние горизонты.

Заключение

Проведенные исследования позволяют предполагать важную роль трещинной тектоники в процессе формирования аномальных образований. Пространственная приуроченность высокомагнезиальных и субщелочных базальтовых лав к рифтогенным структурам и глубинным разломам, а также линейная вытянутость изопакит базальтовых покровов комплексная тектоническим элементам позволяют предполагать изливания лав из трещин-

ных вулканических аппаратов. Подобную природу имеют покровы коматиитоподобных пород и магнетитовых лав. Возникновение дайкового пояса на севере Сибирской платформы обусловлено расположением его в тектонически напряженной зоне, прилегающей к долгоживущей Енисей-Хатангской рифтогенной структуре. Это предопределило раскрытие множества трещин в период тектоно-магматической активизации региона, а внедрение расплава через флюидонасыщенную зону обусловило широкомасштабное прохождение флюидно-магматической дифференциации и образование большого разнообразия дайковых пород.

Приуроченность палеовулканов центрального типа к глубинным разломам и дайкам, туфогенный наполнитель жерловых зон вулканических аппаратов и отсутствие связанных с ними лавовых потоков указывает на то, что они не были покровообразующими, а возникли при затухании вулканического процесса. К этому же этапу приурочено формирование кальдер проседания и появление фумарол, с которыми связано образование в маарах известняков. Изменение флюидного режима вулканической системы отразилось в отложении самородной меди в проницаемых породах вулканических построек вплоть до образования скоплений.

Важная роль трещинной тектоники заключается в возникновении разуплотненных пород в зонах рифтинга, которое приводило к миграции пластовых флюидов осадочных отложений литосферы в ослабленные зоны и созданию в них флюидонасыщенных зон. Зоны трещиноватых пород являлись благоприятными как для миграции летучих, так и для внедрения магматических расплавов. Это предопределило трещинный характер излияний лав, флюидно-магматическую дифференциацию расплавов и приуроченность к разломам аномальных образований. Различные формы, масштаб и состав аномальных образований обусловлены различной глубиной заложения разломов и степенью зрелости рифтогенных структур.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 6.2.2. СО РАН, программы РАН «Генетические особенности и условия образования крупных и сверхкрупных месторождений стратегических видов сырья и проблемы их комплексного освоения».

Список литературы

- Бушканец Ю.С., Невская А.В., Беляков Г.Д.* Каменская магматическая провинция щелочных пород // Карбонатиты и щелочные породы севера Сибири. Л.: НИИГА, 1970. С. 157-169.
- Геологическая карта Норильского рудного района масштаба 1 : 200 000. Объяснительная записка / Б.М. Стунин, О.А. Дюжиков, О.А. Бармина, В.В. Комаров. М.: Геоинформмарк, 1994. 118 с.
- Геология и рудоносность Норильского района / О.А. Дюжиков, В.В. Дистлер, Б.М. Стунин и др. М.: Наука, 1988. 279 с.
- Горяинов И.Н., Митрошин М.И., Леонова Т.С. и др.* «Метеоритный» парагенезис – муассанит, самородное железо, (алмаз?) в траппах северо-запада Сибирской платформы // Докл. АН СССР. 1976. Т. 228. № 2. С. 453-455.
- Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист R-(45)-47-Норильск. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 479 с.
- Дараган-Суцов Ю.И.* О позднепалеозойско-раннемезозойской вулканогенной толще Тунгусской синеклизы // Сов. геология. 1984. № 11. С. 89-96.
- Додин Д.А., Голубков В.С.* О дифференцированном покрове базальтов на северо-западе Сибирской платформы (Норильский район) // Докл. АН СССР. 1971. Т. 108. № 2. С. 403-406.
- Дюжиков О.А., Дистлер В.В.* Коматииты Норильского рудного района // Докл. АН СССР. 1981. Т. 261. № 5. С. 1194-1198.
- Жабин А.Г., Сурина Н.П.* Петрология даек, силлов и трубок взрыва Маймеча-Котуйской провинции. М.: Наука, 1970. 204 с.
- Золотухин В.В., Виленский А.М., Дюжиков О.А.* Базальты Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1986. 255 с.
- Кавардин Г.И.* Коматиитовые лавы Имандинского района // Геохимия и минералогия Норильского региона. Л.: Наука, 1988. С. 83-87.
- Липков Л.З.* Тектоническое строение и перспективы нефтеносности бассейна северо-восточной части озера Дюпкун // Ученые записки НИИГА. Региональная геология. Вып. 15. 1969. С. 61-67.
- Полькин Я.И.* К вопросу о происхождении известняков из эффузивного комплекса севера Сибирской платформы // Информ. бюлл. Института геологии Арктики. Вып. 9. 1958. С. 18-23.
- Рябов В.В.* Рудные расплавы среди базальтов плато Путорана (Сибирская платформа) // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 12. С. 1904-1920.
- Рябов В.В.* Покров лимбургитов и пикритовых порфиритов мокулаевской свиты – новый геодинамический рубеж // Вестник ТГУ. 2003. № 3. С. 182-185.

«АНОМАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ» В ТРАППАХ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Рябов В.В., Бакуменко И.Т., Фоминых И.М.
Дендритовидные мегакристаллы в траппах Норильского района и некоторые вопросы их формирования // Материалы по петрологии и минералогии. Новосибирск: Наука, 1977. С. 47-71.

Рябов В.В., Павлов А.Л. Магнетитовая лава в траппах Сибирской платформы // Докл. АН СССР. 1991. Т. 319. № 5. С. 1193-1197.

Рябов В.В., Шевко А.Я., Гора М.П. Магматические образования Норильского района. Новосибирск: Нонпарель, 2000. Т. 1. 408 с.; Т. 2. 600 с.

Рябов В.В., Шевко А.Я., Затеева С.Н. Анализ распространения высокомагнезиальных и субщелочных лав среди флудбазальтов Сибирской платформы // Вулканизм и геодинамика: Мат-лы II Всерос. симпоз. по вулканологии и палеовулканологии. Екатеринбург, 2003. С. 709-714.

Fedorenko V., Czamanske G. Results of New field and geochemical studies of the volcanic and intrusive rocks of the Maymecha-Kotuy area, Siberian flood-basalt province, Russia // Int. Geol. Review. 1997. V. 39. P. 479-531.

Рецензент доктор геол.-мин. наук В.П. Парначев