



БАЗАЛЬТОВЫЕ ТУФФИЗИТЫ ГОРНОГО АЛТАЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ

Ю. А. Туркин

Приведены сведения о геологическом положении, петрографических и некоторых других особенностях базальтовых туффизитов – флюидогенных пород (флюидолитов), широко распространенных в северной части Горного Алтая, но не фиксируемых большинством исследователей. Рассмотрены вопросы полевой и петрографической диагностики туффизитов в связи с конвергентностью ряда признаков данных образований и пород иного происхождения, в частности пирокластитов и вулканокластитов. При этом особое внимание обращено на специфические структурно-текстурные особенности и гетерогенный состав базальтовых туффизитов бассейна р. Чарыш, подтверждающие интрузивное происхождение данных пород в результате взрывной инъекции и почти мгновенной раскристаллизации (при резком изменении термодинамических условий) флюидизированного магматического расплава в верхних тектонизированных горизонтах земной коры. Отмечено очень характерное для рассмотренных в статье туффизитов совмещение в одной породе флюидалности, брекчиевидности, а также присутствие объединенных общим сложным по составу матриксом автокластических обломков и ксенолитов вмещающих пород. Сделаны выводы о необходимости дальнейшего более детального полевого, петрогеохимического и минералогического изучения флюидолитов, а также критического подхода к ряду геологических построений прошлого.

Ключевые слова: базальтовые туффизиты, флюидизация, силлы, дайки, Горный Алтай.

BASALTIC TUFFISITES OF GORNY ALTAI: GEOLOGICAL POSITION, PETROGRAPHIC FEATURES, EXAMINATION PROBLEMS

Yu. A. Turkin

The paper provides information on geological position, petrographic and some other features of basaltic tuffisites – fluidogenic rocks (fluidoliths) that are widespread in the northern part of the Mountain Altai, although they have not been registered by most researchers. The paper discusses field and petrophysical examination of tuffisites in the context of a number of indicators convergence of these formations and rocks of other genesis, e.g. pyroclastic and volcanoclastic rocks. At the same time, specific structure-texture features and heterogeneous composition of basaltic tuffisites in the Charysh River basin are pointed out, which prove intrusive origin of the rocks as the results of explosive injections and abrupt decrystallization (at a sharp change in thermodynamic conditions) of fluidized magmatic melt in the upper tectonized horizons of the Earth's crust. The tuffisites examined by the author are characterized by combined fluidization and brecciform structure as well as occurrence of a complex matrix of authoclastic fragments and xenoliths of the hosting rocks. It was found to be necessary to conduct further more detailed field, petrogeochemical, and mineralogical study of fluidoliths as well as critical approach to a number of geological models generated in the past.

Keywords: basaltic tuffisites, fluidization, sills, dykes, Gorny Altai.

В западной части Алтае-Саянской складчатой области на большой территории от Рудного Алтая до Горной Шории и Западного Саяна очень широко распространены дайковые и силлово-дайковые пояса порфировых базальтов, долеритов, габбро-долеритов позднедевонских габбро-долеритовых комплексов, рассмотренных автором ранее [11]. Накопленные и полученные в последнее время данные позволяют выделить в составе этих поясов и породы другого типа – флюидогенные брекчии базальтового состава (базальтовые туффизиты), часто внешне имеющие базальтоидный облик при субсогласном залегании в слоистых осадочных толщах. Именно эти породы по облику и месту своей локализации ранее нередко интерпретировались как более древние покровные образования

[6, 9], а автором в ряде случаев рассматривались как брекчированные зоны закалки и контактовые эруптивные брекчии силловых и дайковых долеритовых тел [11].

Определения, изученность, распространенность

Накопленные за последние десятилетия геологические данные, многочисленные публикации и опыт геолого-съёмочных работ заставляют более серьезно подойти к проблеме выделения, диагностики и картирования флюидолитов – в достаточной мере специфических пород. Большинство геологов рассматривают их как результат внедрения в приповерхностные горизонты земной коры подвижной двух- или трехфазной системы (газа, флюида и раскаленных лавовых частиц)



флюидизированной магмы. В данном случае речь пойдет об интрузивных флюидолитах или флюидогенно-магматогенно-брекчиевых породах преимущественно базитового состава (базальтовых туффизитах), судя по опубликованным данным [5, 10, 13]? широко распространенных в природе. По имеющимся определениям [4, 7, 16], туффизиты – интрузивные туфы и туфобрекчии, не только слагающие жерловины, но и образующие жилы, дайки и силлы. В отечественной литературе этот термин, в частности, применяется для интрузивных брекчий траппов Сибирской платформы, залегающих в горизонтальных или пологонаклонных толщах среднего палеозоя. На обширной территории западной части Алтае-Саянской складчатой области, в отличие от целого ряда других регионов России, дальнего и ближнего зарубежья, где данные образования уже давно изучаются (Германия, США, Украина, Казахстан, Киргизия, Карелия, Тува, Камчатка, Урал, Сибирская платформа и другие районы), флюидолитам и потенциально рудоносным флюидно-эксплозивным системам до сих пор не уделено необходимого внимания. Есть лишь единичные данные, в частности о наличии флюидолитов в Восточном Саяне [3].

На настоящее время автору известно несколько участков относительно широкого развития в разных районах Горного Алтая туфовидно-брекчиевидных и конгломератовидных флюидолитов – туффизитов (инъекционных брекчий) базальтового и андезибазальтового состава (рис. 1).

Базальтовые туффизиты правобережья р. Чарыш

Наиболее изучены, по мнению автора, базальтовые туффизиты правобережья р. Чарыш в районе поселков Харлово, Карпово и Озерки, структурно приуроченные к передовому чешуйчатому вееру Чарышского надвига – деколементу Слюдянско-Маралихинского аллохтона с правосдвиговой кинематической составляющей и локализованные в верхнекембрийско-нижнеордовикских кремнисто-терригенных отложениях засурьинской свиты и, реже, – в стратонах более молодого возраста. Здесь базиты позднедевонского урскульского комплекса слагают различные по размеру (при мощности от первых десятков см до 100 м) дайковые, силловые, линейно-линзовидные до груболинзовидные конкордантные и секущие интрузивные тела, состоящие из долеритов, габбродолеритов, микродолеритов (анамезитов) и базальтовых туффизитов обычно брекчиевидного облика.

Часто тела базальтовых туффизитов расположены кулисообразно по отношению друг к другу, образуя рои даек и сгущения силловых тел. Протяженность отдельных даек от первых десятков метров до 1–1,5 км, силлов – до 4–5 км. Иногда фиксируется их расщепление (бифуркация), что характерно для туффизитовых тел. В контактах дайковых и силловых тел долеритов, в центральной части

хорошо раскристаллизованных (и нередко миндалекаменных), иногда фиксируется развитие зон закалки, где породы имеют афанитовую структуру и облик тахилитов. Такое же строение и базальтоидный облик нередко имеют обломки и, реже, цементирующая масса туффизитов, соседствующих с участками более раскристаллизованных базитов (диабазов) и крупными ксенолитами вмещающих пород. Характерно наличие значительного количества переходных разновидностей, имеющих облик брекчированных и рассланцованных метадолеритов и микродолеритов. Вмещающие породы часто несут следы интенсивного окварцевания (окремнения) до образования микрокварцитов, нередко имеющих джаспероидный облик.

Базальтовые туффизиты правобережья р. Чарыш выявлены на небольшом количестве участков и в целом составляют не более 10 % от объема дайково-силловых базитов района. Относительно концентрированное распространение подобных пород обнаружено на юго-западных отрогах горы Кукуя севернее пос. Харлово, где туффизиты образуют два сближенных линзовидных тела (см. рис. 1), а также в бортах и на водоразделе руч. Березовый (правого притока р. Чарыш севернее пос. Трусово), где в отложениях засурьинской свиты закартирована серия сближенных силлообразных тел и даек данных пород и диабазов. В отдельных мелких линзовидных дайкоподобных телах такие породы обнаружены в левобережье р. Молчаниха, в левом борту р. Землянка, на склонах горы Синий Утес восточнее пос. Усть-Пустынка, в правом борту р. Сосновка южнее пос. Щелбнуха, а также в 4 км к северо-востоку от с. Маралиха, где дайки туффизитов андезибазальтового состава с характерной пятнистой лиловой окраской локализованы среди известковистых крупнозернистых кварцитовидных песчаников и алевролитов нижнеануйской серии. Иногда базальтовые туффизиты урскульского комплекса слагают более крупные конкордантные и дискордантные (косо секущие) линзовидные тела мощностью, как в районе горы Кукуя (рис. 2), до 100 м и более при прослеженной протяженности 500–600 м. В районе руч. Березовый мощность силлообразных базитовых тел в отдельных случаях, вероятно, около 50 м (устное сообщение О. В. Мурзина), а мощность даек базальтовых туффизитов, как на горе Синий Утес, чаще всего, видимо, не превышает первых метров.

Главные структурно-текстурные петрографические особенности данных пород, фиксируемые и макроскопически в полевых условиях, и под микроскопом, – их неоднородность и обычно брекчиевидный (при отсутствии сортировки обломков), брекчиевидный и брекчиевиднотуфовидный облик в сочетании с менее явно выраженной флюидальностью и флюидално-полосчатой текстурой связующей массы. Весьма характерна пестрая пятнистая, часто зелено-лиловая, участками до темно-

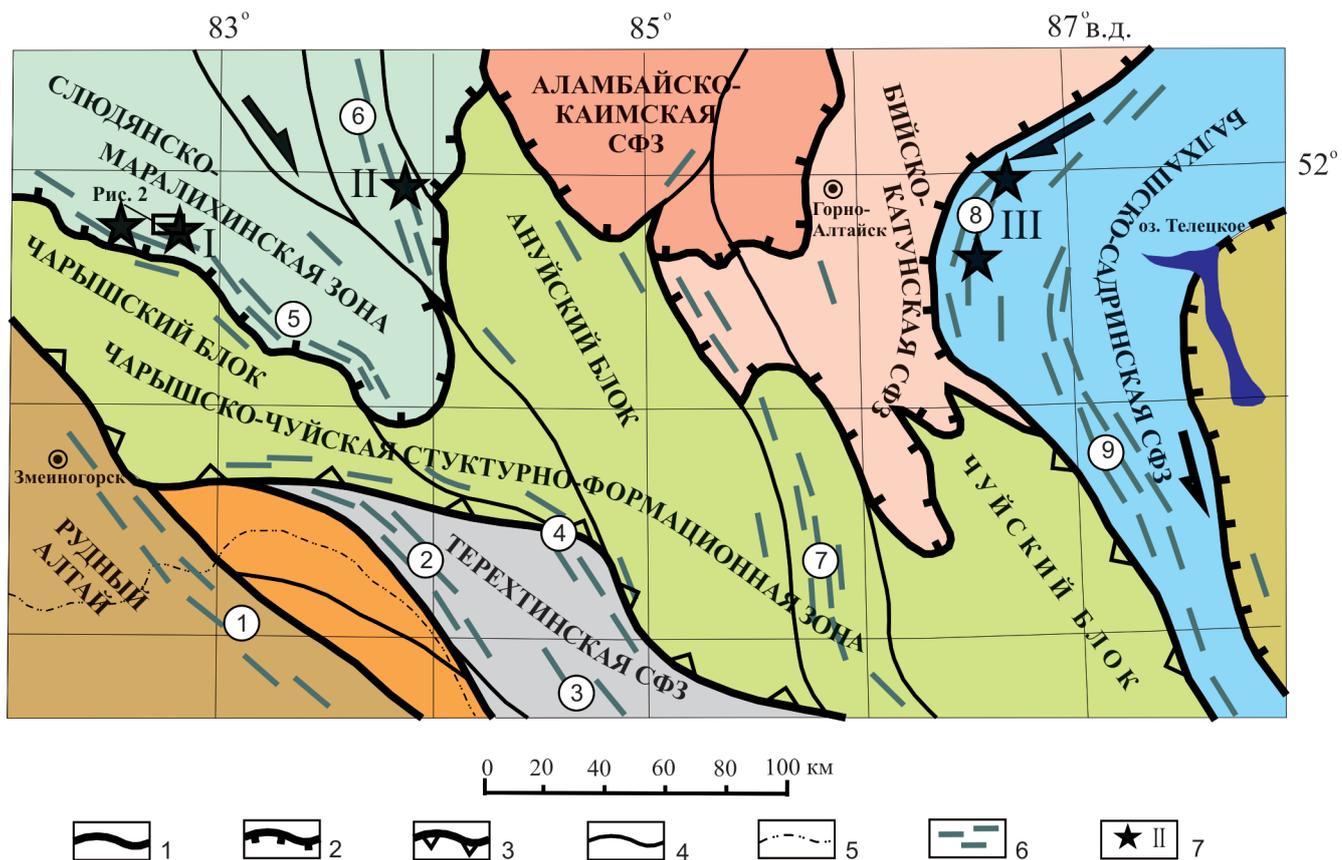


Рис. 1. Схема расположения участков локализации базальтовых туффицитов и позднедевонских базитовых силлово-дайковых поясов в северной части Горного Алтая

1 – разломы – границы структурно-формационных зон (СФЗ) и мегаблоков; 2 – границы аллохтонов; 3 – границы параавтохтонов; 4 – прочие разломы; 5 – государственная граница РФ; 6 – дайковые пояса метадолеритов и базальтовых туффицитов (цифры в кружках: 1 – Белорецко-Маркакольский, 2 – Коргонский, 3 – Карагайский, 4 – Верхнечарышский, 5 – Чарышко-Засурьинский, 6 – Слюдянско-Вятчихинский, 7 – Урсульский, 8 – Малоишинский, 9 – Сумультинский); 7 – участки относительно концентрированного развития базальтовых туффицитов (I – правобережья р. Чарыш, II – левобережья р. Слюдянка, III – правобережья р. Малая Иша, района руч. Ашпанак и верхьев р. Саракоча)

зеленой и лиловой разных оттенков окраска этих пород. В составе туффицитов принимают участие обломки самых разных размеров (от микроскопических до псефитовых) и различной формы (от угловатых до округлых, овальных и груболинзовидных), представленные как базитами различной степени раскристаллизации – от диабазов до гиалобазальтов и тахилитов, так и вмещающими породами: в антоньевской толще – известковистыми песчаниками, в засурьинской свите – кремнистыми алевритами и яшмоидами. Последние, как наиболее компетентные породы, менее всего подверженные дезинтеграции и расплавлению при взрывном интродировании флюидизированной и газонасыщенной магмы, чаще всего фиксируются в виде ксенолитов туффицитовых тел, сконцентрированных в местах пересечений последними горизонтов яшмоидов. Такое скопление ксенолитов и целых крупных блоков яшмоидов среди базальтовых туффицитов отмечено на Кукуйском участке (см. рис. 2). Здесь насыщенность яшмоидами базальтоидной цементирующей массы настолько велика, что создается впечатление густого дайко-

вого штокверка с различной ориентировкой иногда сильно изогнутых и извилистых «жил» слабо раскристаллизованных базальтов мощностью от нескольких до 15–20 см.

Подобное трассирование в туффицитовых телах прорываемых или пересекаемых ими даек или слоев характерно для флюидолитовых образований (диатрем) и описано в специальной литературе, в частности для базальтоидных туффицитов Полярного Урала [5]. Также для Урало-Тиманской провинции охарактеризованы [8] многоярусные силлы туффицитов, образующие с подводными дайками сложные сетчатые штокверки, а в других случаях – переходы субпластовых тел базальтовых туффицитов в локализованный ниже подводный туффицитовый штокверк. По всей видимости, это имеет место в районе юго-западных отрогов горы Кукуя.

Неоднородность данных пород, являющаяся надежным диагностическим признаком флюидолитов, в том числе туффицитов [7, 10, 16], сочетается с их достаточно сильными структурно-текстурными вариациями и наличием в различных соотношениях брекчиевых, пятнистых, пятнисто-



брекчиевидных, прожилковидно-брекчиевидных, комковато-брекчиевидных, пятнисто-полосчатых, прожилковидно-полосчатых, пористо-миндалекаменных, флюидалных, цементных и подобных текстур. В составе обломков, часто имеющих овальную и линзовидную форму, помимо ксенолитов вмещающих пород (чаще всего представленных кремнистыми породами, яшмоидами – джаспероидами и окремненными алевролитами), присутствуют мелкопорфировые и афировые базальты различной степени раскристаллизации с гиалопилитовой, спилитовой, интерсертальной структурой и массивной в различной степени миндалекаменной текстурой, а также массивные диабазы, вероятно, первично более глубокой локализации. В базальтах обломков стекло частично девитрифицировано и очень часто пропитано дисперсным гематитом, придающим породам лиловый оттенок и создающим впечатление сидеронитовой структуры. Для базальтов обломков типично развитие звездчатых и сноповидных сфероидно-пальметтовых сростаний игольчатых лейст плагиоклаза типа вариолей с закрученными в одну сторону концами лейст. Примечательно, что подобные сростания иногда развиты и в более раскристаллизованных базитах даек и штоков. По мнению специалистов, занимающихся флюидно-эксплозивными структу-

рами и туффизитами в частности, развитие стекловатых структур (придающих породам эффузиво-подобный облик) связано с остеклованием пород (мгновенным застыванием без существенных контактовых изменений вмещающих пород) при адиабатическом расширении и взрыве обогащенного летучими компонентами расплава [5, 13, 14]. Цемент разнородных обломков, наряду с лавовым, нередко гидрохимический с развитием большого количества кальцита, хлорита, кварца, гидрослюд (часто гидробиотита). Так же как обломки, он часто пропитан гематитом и характеризуется полосчато-флюидалной, флюидалной и прожилковидно-полосчатой текстурами.

В качестве других важнейших диагностических признаков туффизитов (флюидолитов) в соответствии с приводимыми в петрографическом кодексе [7] в чарышских туффизитах могут быть отмечены:

– признаки дезинтеграции – раздробленности минеральных зерен и литокластов типа «взорванности изнутри»;

– округлая, овальная (леденцовая) форма обломков пород (нередко микродиабазов) и ксенолитов (в том числе джаспероидов) и части минеральных зерен – плагиоклаза и кварца, что наблюдается как для крупных обломков, так и для

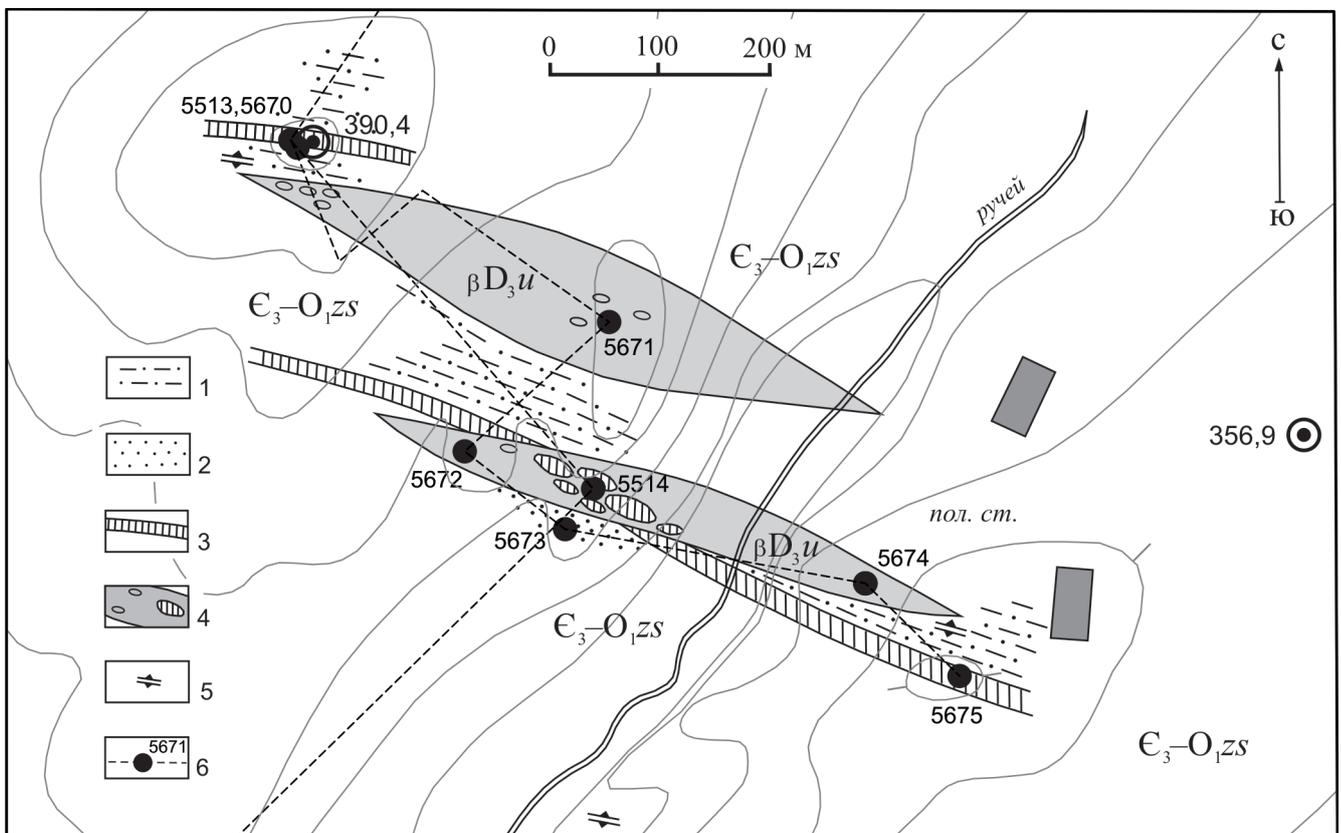


Рис. 2. Схематический геологический план участка развития тел базальтовых туффизитов на юго-западных отрогах горы Кукуя севернее пос. Харлово

1 – преимущественно лиловые алевролиты и алевропесчаники; 2 – ороговикованные неравномернотермические песчаники; 3 – яшмоиды; 4 – базальтовые туффизиты с ксенолитами вмещающих пород; 5 – элементы залегания рассланцовки вмещающих пород; 6 – точки наблюдения и линии основных геологических маршрутов



мелких, локализованных среди цементирующей массы; это нехарактерно для осадков, следует из процесса галтовки и отмечается в ряде публикаций [1, 7, 13];

– сильная измененность и преобразованность зерен минералов, часто выражающихся в их трещиноватости, изменении оптических свойств (облачно-мозаичное и псевдодвойниковое угасание кварца); характерны смещения частей зерен, частые изгибы двойников и лейст плагиоклаза;

– наличие в полосчато-флюидальной и внешне массивной связующей массе вихреподобных структур типа «закаток» и «закруток» или складок гравитационного оползания [13], свидетельствующих о турбулентном характере движения газово-жидких потоков;

– интенсивные вторичные изменения, выражающиеся в массовом развитии карбонатов, хлорита, гидрослюд, кварца, альбита, окислов железа, обычно в пределах связующей массы, но иногда и внутри раздробленных литокластов; особенно характерны карбонат и тонкодисперсный гематит: первый чаще присутствует в неправильно-прожилковидных скоплениях, иногда замещая литокласты яшмоидов, второй насыщает как обломки пород, так и цемент, нередко затушевывая первичную структуру базальтов и цемента; при этом необходимо отметить, что нередко содержание карбоната в данных породах весьма существенное (до 20–30 %), тогда как во вмещающих кремнисто-терригенных породах засурьинской свиты карбонат практически отсутствует.

Еще одним признаком принадлежности рассматриваемых пород к туффизитам (флюидолитам, флюидно-эксплозивным брекчиям) является их нахождение в единых роях с типичными дайковыми метадолеритами (диабазами) и переходы по простиранию брекчиевых базальтовых пород в массивные и катаклазированные микродолериты и метадолериты. Аналогичные образования свойственны сибирским траппам и отмечены, в частности, в базитовых трубках Якутии [15] и Ангаро-Илимского железорудного района [14]. В последнем случае главный цементирующий компонент, как и в нашем случае, – кальцит, нередко с большим количеством дисперсного гематита.

Весьма характерна и геологическая позиция чарышских базальтовых туффизитов. Не вызывает сомнений их приуроченность к зоне Чарышского разлома и системе тектонических нарушений его чешуйчатого веера. В отличие от восточных районов, где зафиксировано наличие только отдельных мелких линзовидных дайковых и субогласных силлообразных тел туффизитов (пос. Золотушка и Щебнюха, в левом борту р. Землянка и на склонах горы Синий Утес) на участках их максимальной концентрации фиксируется весьма широкое развитие нарушений северо-восточной ориентировки, являющихся продолжением системы разломов

существенно сбросовой кинематики чешуйчатого веера растяжения Северо-Восточной зоны смятия. Подобная приуроченность флюидолитов к узлам пересечения разломов, часто к сбросам (т. е. зонам растяжения) и в целом к тектоническим структурам отмечается многими специалистами в Охотско-Чукотском поясе, Донецком бассейне, на Урале и в других районах России и ближнего зарубежья. А по данным А. Я. Рыбальченко с соавторами [8], Урало-Тиманской провинции свойственна локализация туффизитовых тел в межслоевых надвигах, зонах региональных надвигов (фронтальных частях аллохтонов), что полностью соответствует позиции чарышских базальтовых туффизитов во фронтальной части Слюдянско-Маралихинского аллохтона.

Петрогеохимический состав базальтовых туффизитов характеризуется сильными вариациями содержаний как большинства петрогенных окислов, так и микроэлементов, включая РЗЭ (см. таблицу). Так, в туффизитах юго-западных отрогов горы Кукуя при очень высоких потерях при прокаливании (9,75 %) фиксируются значительные колебания содержаний кремнезема, резко пониженные по сравнению с массивными дайковыми базитами содержания титана, калия и фосфора и повышенные концентрации магния и кальция. Это свидетельствует о широком развитии в данных породах карбоната и хлорита.

В других случаях в породах устанавливаются еще более существенные вариации содержаний SiO_2 (от 40–45 до 59 %), TiO_2 (от 0,48 до 2,78 %), P_2O_5 (от 0,04 до 0,73 %) и резкое повышение щелочности и калиевости, снижение содержаний магния и кальция при высокой титанистости. При этом несоответствие состава данных образований определенному виду магматических пород также может быть рассмотрено как признак флюидолитов (туффизитов) [7]. Типичны для базальтовых туффизитов и сильные вариации содержаний большинства элементов, прежде всего некогерентных, при повышенных концентрациях (г/т) Rb (4,6–27), Y (24–54), Sc (34–47), Zr (157–330), Yb (до 7,5), Nb (до 54), Hf (3,9–4,8, в отдельных случаях до 12). Особенно сильным колебаниям в данных породах подвержены легкие лантаноиды, что фиксируется на спайдеграмме нормированного по хондриту распределения РЗЭ (рис. 3).

Обращают на себя внимание резко пониженные содержания лантаноидов и многих других микроэлементов в низкотитанистых и низкокальциевых базальтовых туффизитах (афировых базальтах по С. П. Шокальскому), развитие которых зафиксировано на юго-западных отрогах горы Кукуя (т. н.¹ 5514) в штокверковом теле с крупными блоками-ксенолитами яшмоидов. По своему микроэлементному составу и графику распределения РЗЭ они идентифицируются с базальтами N-MORB и примитивной мантией, т. е. могут представлять

¹ Т. н. – точка наблюдений.



Химический состав базальтовых туффизитов и базитов урскульского габбро-долеритового комплекса р. Чарыш

Компонент	Туффизит				Метадолериты правобережья р. Чарыш
	юго-западных отрогов горы Кукуя	в отложениях нижнеануйской серии	туф по данным [9]	руч. Березовый, туф по неопубликованным данным С. П. Шокальского	
SiO ₂	45,31	54,72	49,83	59,70	47,50
TiO ₂	0,90	2,25	2,78	1,93	2,00
Al ₂ O ₃	13,82	17,25	14,30	15,24	15,20
Fe ₂ O ₃	4,32	–	–	9,38	5,39
FeO	5,74	–	–	2,20	7,13
ΣFeO	–	10,69	15,42	–	–
MnO	0,17	0,15	0,08	0,13	0,23
MgO	7,54	1,43	2,53	1,13	6,31
CaO	8,58	2,46	4,77	1,68	7,58
Na ₂ O	3,29	7,86	4,97	6,62	3,30
K ₂ O	0,14	0,58	2,86	0,50	0,33
P ₂ O ₅	0,09	0,36	0,73	0,55	0,36
n	4	1	1	1	45

Примечание. n – количество проб в выборке.

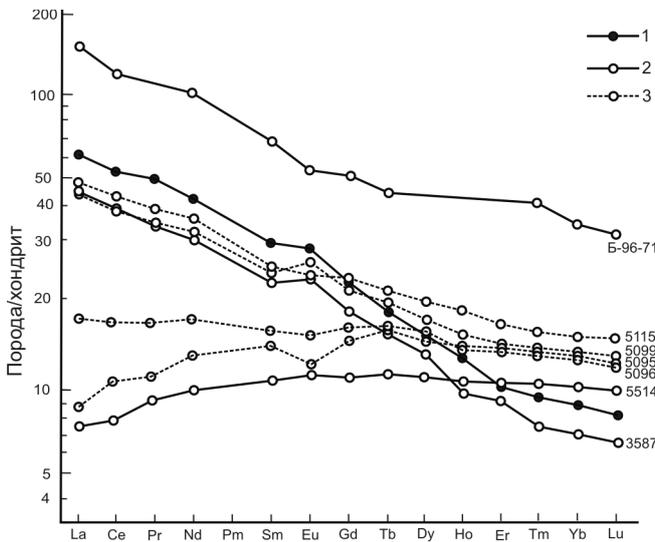


Рис. 3. Нормированное по хондриту распределение РЗЭ в базальтовых и андезибазальтовых туффизитах урскульского комплекса правобережья р. Чарыш и левобережья р. Слюдянка

1 – среднее по высокотитанистым долеритам урскульского комплекса правобережья р. Чарыш (n = 6); 2 – туффизиты правобережья р. Чарыш (5514 – низкотитанистый и низкокалийевый базальтовый туффизит отрогов горы Кукуя, Б-96-71 – высокотитанистый и высококалийевый базальтовый туффизит в отложениях засурьинской свиты – туф, по данным [9], 3587 – высокотитанистый высококалийевый андезибазальтовый туффизит района пос. Маралиха); 3 – высокотитанистые умереннокалийевые (5099, 5115) и умеренно-пониженно-титанистые низкокалийевые (5095, 5096) базальтовые туффизиты левого борта нижнего течения р. Слюдянка в отложениях антоньевской толщи

собой наиболее глубинные мантийные ксенолиты. С данными породами, локализованными в отложениях позднекембрийско-раннеордовикской засурьинской свиты, отчетливо идентифицируются микродолериты туффизитовых тел левого борта р. Слюдянка между пос. Михайловка и Антоньевка (т.н. 5095), залегающих среди фаунистически охарактеризованных отложений раннесилурийско-раннедевонской антоньевской толщи. В то же время подобные по облику туфовидные породы (туфы по [9]) иногда обнаруживают одинаково высокие содержания титана и калия и характеризуются повышенными содержаниями практически всех микроэлементов, вероятно, являясь интенсивно измененными породами. При этом андезибазальтовый (по содержанию кремнезема) или интенсивно альбитизированный высокотитанистый базальтовый туффизит из даек в отложениях нижнеануйской серии правобережья приустьевой части р. Маралиха (т.н. 3587) по содержаниям микро-

элементов и распределению РЗЭ достаточно точно идентифицируется с долеритами урскульского комплекса правобережья р. Чарыш.

Базальтовые туффизиты левобережья р. Слюдянка

Еще один участок развития подобных по облику, структурно-текстурным особенностям и петрографическому составу базальтовых туффизитов расположен в левом борту р. Слюдянка, восточнее пос. Михайловка. Здесь данные породы слагают серию дайковых тел субмеридионального простирания и приурочены к тектонической зоне сбросового типа – одной из составляющих чешуйчатого веера растяжения Слюдянского разлома. Аналогичные чарышским базальтовые туффизиты залегают среди известковистых песчаников, алевропесчаников, алевролитов и глинисто-кремнистых сланцев антоньевской толщи раннесилурийско-раннедевонского возраста и по простиранию пере-



ходят в серию даек долеритов урскульского габбро-долеритового комплекса. В туффизитах развиты брекчиевые, прожилковидно-брекчиевидные, полосчато- и брекчиевидно-линзовые текстуры, присутствуют обломки метадолеритов, порфировых долерито-базальтов и базальтов, в результате чего породы часто имеют облик катаклазитов и милонитов. В приконтактных частях более крупных тел присутствуют ксенолиты известковистых песчаников, перекристаллизованных с образованием гранобластовой структуры, а на контактах – мелкие апофизы базальтов во вмещающие породы с окварцеванием последних и развитием в них крупных кристаллов пирита. Как и для базальтовых туффизитов правобережья р. Чарыш, локализованных в верхнекембрийско-нижнеордовикских отложениях засурьинской свиты, для данных пород также характерна ассоциация с аналогичными чарышским вторичными кремнистыми породами – микрокварцитами, гематитовыми кварцитами и яшмоидами (джаспероидами) сланцеватой и прожилковидно-брекчиевидной текстуры с их локализацией уже в нижнесилурийско-нижнедевонских отложениях антоньевской толщи. В ряде случаев в них развиты относительно крупные скопления аморфного и кристаллического гематита с содержанием валового железа до 40 %.

Туффизиты правобережья р. Малая Иша, руч. Ашпанак и верховьев р. Саракокша

Серию достаточно крупных линзовидно-дайкообразных и трещинных тел подобные флюидогенные породы слагают в северо-восточной части Горного Алтая, в верховьях рр. Саракокша, Учек, Чойка и правобережье р. Малая Иша. Здесь, как было установлено ранее [12], они максимально сосредоточены в узкой полосе субмеридионального простираения, протягивающейся на 35 км от отрогов горы Кылай на юге до устья р. Малая Иша на севере. Совместно с гипабиссальными габбро-долеритами и долеритами предположительно позднедевонского сумультинского габбро-долеритового комплекса они формируют Ашпанакский и Онучекский массивы сложного строения, повсеместно содержащие блоки и ксенолиты мраморизованных известняков, терригенных и туфогенных пород раннекембрийской убинской свиты. Развитые здесь туффизиты слагают линейно-линзовидные, дайкообразные и силлоподобные тела, прорывающие отложения кембрия и раннего девона и сложенные породами брекчиевой, брекчиевидной и туфовидной структуры с обломками полифировых, пироксен-амфибол-плагиоклаз-порфировых базальтоидов, характерных для дайковой фации комплекса, реже – гиалобазальтов и автометасоматизированных разностей вулканитов, в краевых частях тел – известняками. Цемент – лавовый в сочетании с существенно гидротермальным, обычно интенсивно гидротермальным изменен и по объему

нередко подчинен обломочной части туффизитов. Это типично, в частности, для трапповых базальтовых туффизитов Сибирской платформы [4, 15]. Фиксируются и по площади картируются постепенные переходы данных пород в полифировые долерито-базальты с редкими автокластическими обломками.

Внутреннее строение массивов характеризуется линзовидно-полосовидным распределением разностей с различным размером обломков, фиксирующим серии сопряженных трещинных дайкообразных тел и создающим внешний эффект стратифицированного разреза вулканогенных пород, что послужило основанием для выделения здесь ранее раннекембрийской ашпанакской свиты. В виде более мелких дайковых тел данные породы прослеживаются в бассейн р. Иша, где прорывают и метаморфизуют отложения среднекембрийской ускучской и средне-позднекембрийской большешинской свит. В левом борту р. Саракокша нижнекембрийские известняки в крутопадающих контактах тел базальтовых туффизитов подвергнуты интенсивному контактовому метаморфизму. При этом захваченные приконтактные ксенолиты превращены в крупнокристаллические мраморы. С удалением от контакта в инт. 20–25 м степень метаморфизма резко снижается, а вмещающие породы содержат определяемые раннекембрийские органические остатки. Структурно-тектоническая позиция данных флюидолитовых образований определяется их приуроченностью к зоне Каракольского сутурного шва и области его разворота от субмеридионального до северо-восточного с чешуйчатой надвижкой древних блоков Бийско-Катунской зоны на девонскую Кылайскую вулканотектоническую структуру.

Химический состав ашпанакских туффизитов варьирует от базальтового до андезитовидного, что обусловлено присутствием разнородных обломков и интенсивными гидротермально-метасоматическими изменениями лавовой и лавобрекчиевой цементирующей массы. При этом здесь зафиксировано совместное присутствие следующих пород:

- низкотитанистых ($TiO_2 = 0,4-1,0$ %), повышено железистых ($f = 66-78$) толеитовой серии, характеризующихся умеренной глиноземистостью ($al' = 0,8$), низкой щелочностью ($Na_2O = 2,46$ %, $K_2O = 0,35$ %, $SiO_2 = 51,3$ %) и низкими содержаниями фосфора ($P_2O_5 = 0,03$ %);
- известково-щелочной серии ($Na_2O = 4,0-5,24$ %, $K_2O = 0,9-1,8$ %, $SiO_2 = 51-59$ %);
- высококалиевой серии ($Na_2O = 2,5-4,6$ %, $K_2O = 2,4-3,5$ %, $SiO_2 = 50,6-56,6$ %) с более высокими глиноземистостью ($al' = 1,1-1,2$), содержаниями P_2O_5 (0,14–0,33 %), Sr (614 г/т) и Rb (64 г/т).

Последние могут быть отнесены к проявлениям магматизма шошонит-латитовой серии, более поздним по отношению к породам нормального ряда, при этом базальтоиды высококалиевой из-



вестково-щелочной серии развиты и в других ареалах девонского базальтоидного магматизма Уймено-Лебедской зоны тыловых рифтов девонской Алтайской активной континентальной окраины, где по составу они близки субщелочным базальтам покровной фации [12].

Туффизиты левобережья р. Чуря

Развитие флюидолитов более кислого состава зафиксировано в левобережье р. Чуря, правого притока р. Пыжа, в западном Прителечье на востоке Горного Алтая, где флюидно-эксплозивные брекчии ассоциированы с субвулканическим массивом гранит-порфиров саганского комплекса, локализуясь в его западной части. По данным А. И. Гусева [2], здесь тело флюидолитов имеет эллипсоидную форму размером 160×300 м и сложено брекчиевыми и брекчиевидно-флюидалными породами с разнородными обломками различной степени окатанности (галтовки). Обломки представлены как магматическими (гранит-порфиры и более ранние туффизиты андезитоидного состава, определяемые ранее как туфогравелиты), так и вмещающими вулканогенными образованиями нырнинской свиты. Данные обломки сцементированы тонко раздробленным материалом тех же пород, подвергнутым интенсивным гидротермальным изменениям, главным образом окварцеванию и березитизации с развитием прожилков адуляра, барита и турмалина. Для данных пород характерно наличие золоторудной минерализации, приуроченной преимущественно к флюидалным разностям (туффизитам андезитоидного и дацитового состава). Структурно-тектоническая позиция чуринских флюидолитов определяется их приуроченностью к зоне Чуринского разлома северо-восточного простирания при наличии скрытых тектонических нарушений субширотной и северо-западной (поперечной) ориентировки.

Выводы

Анализ имеющегося фактического материала и вновь полученные данные позволяют с уверенностью констатировать широкое развитие на целом ряде участков Горного Алтая специфических флюидогенных пород – базальтовых туффизитов, а также флюидолитов (флюидно-эксплозивных брекчий) другого состава. В большинстве случаев данные породы ассоциированы с базитами девонских силлово-дайковых поясов и входят в состав последних, фиксируя позднюю рифтогенную стадию развития Алтайской активной континентальной окраины либо локализуясь в зоне ее тыловых рифтов. Также определенно устанавливается приуроченность участков развития туффизитовых тел к зонам крупных тектонических швов и зонам сочленения разломов различной ориентировки и кинематики с предпочтительной локализацией флюидолитов во фронтальных частях крупных аллохтонов. Установ-

ленные широкие колебания химического состава данных пород, включая РЗЭ, с учетом значительных вариаций их структурно-текстурных особенностей позволяют предполагать различную степень флюидизации первичного магматического расплава и уже раскристаллизованных интрузивных пород.

Примечательно, что базальтовые туффизиты и бывшей ашпанакской свиты зоны Каракольского сутурного шва в северо-восточной части Горного Алтая, и засурьинской свиты правобережья р. Чарыш, и антоноевской толщи Слюдянского блока (до последнего времени базальт-кремнисто-сланцевой и кремнисто-терригенной толщ) ранее интерпретировались как эффузивные базальты и включались (рядом геологов и до сих пор включаются) в состав соответствующих стратиграфических подразделений. А это наряду с накопленными за последнее время данными по флюидолитовым образованиям только подтверждает актуальность и необходимость дальнейшего изучения флюидолитов Алтая и критического отношения к геологическим построениям прошлого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Афанасов, М. Н.** Перспективы алмазности Карельского перешейка [Текст] / М. Н. Афанасов, В. А. Николаев // Региональная геология и металлогения. – 2003. – № 18. – С. 116–121.
2. **Гусев, А. И.** Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории [Текст] / А. И. Гусев. – Томск : SST, 2003. – 308 с.
3. **Исаков, В. М.** Геологическая быль о находке флюидолитов в Восточном Саяне [Текст] / В. М. Исаков // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 3(15). – С. 88–90.
4. **Масайтис, В. Л.** Форма и механизм образования трапповых интрузий и экструзий на Сибирской платформе [Текст] / В. Л. Масайтис // Тр. ВСЕГЕИ. – 1967. – Т. 112. – С. 165–182.
5. **Махлаев, Л. В.** Флюидизаты требуют внимания [Текст] / Л. В. Махлаев, И. И. Голубева // Природа. – 2001. – № 9. – С. 60–69.
6. **Океанические** обстановки седиментации и фаунистические сообщества в палеозое южного обрамления Западно-Сибирской плиты [Текст] / Н. В. Сенников, К. Ивата, В. Д. Ермиков [и др.] // Геология и геофизика. – 2003. – Т. 44, № 1–2. – С. 156–172.
7. **Петрографический** кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования: издание 3-е, исправленное и дополненное [Текст]. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.
8. **Рыбальченко, А. Я.** Теоретические основы прогнозирования и поисков коренных месторождений алмазов туффизитового типа [Текст] / А. Я. Рыбальченко, Т. М. Рыбальченко, В. И. Силаев // Изв. Коми научного центра УрО РАН. – 2011. – Вып. 1(5). – С. 54–67.



9. **Строение** и эволюция зоны сочленения террейнов Рудного и Горного Алтая [Текст] / М. М. Бусллов, И. Фудживара, И. Ю. Сафонова [и др.] // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41, № 3. – С. 383–397.

10. **Туговик, Г. И.** Флюидизатно-эксплозивные структуры и их рудоносность [Текст] / Г. И. Туговик. – М. : Наука, 1984. – 192 с.

11. **Туркин, Ю. А.** Структурно-тектоническая позиция и петрохимические особенности метабазитов позднедевонских дайковых поясов Алтая [Текст] / Ю. А. Туркин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 4(16). – С. 65–73.

12. **Туркин, Ю. А.** Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая [Текст] / Ю. А. Туркин, С. И. Федак; науч. ред. В. М. Исаков. – Томск : STT, 2008. – 460 с.

13. **Флюидно-эксплозивные** образования в осадочных комплексах [Текст] / А. П. Казак, Н. Н. Копылова, Е. В. Толмачева, К. Э. Якобсон. – СПб. : ГГУП «Минерал», 2008. – 36 с.

14. **Фон-Дер-Флаасс, Г. С.** Структурные факторы локализации железоруднения в месторождениях Ангарской провинции : Автореф. дис. ... к.г.-м. н. [Текст] / Г. С. Фон-Дер-Флаасс. – Иркутск, 2008. – 24 с.

15. **Шарапов, В. Н.** О возможностях закрытых взрывов в гипабиссальных условиях [Текст] / В. Н. Шарапов // Физика и физико-химия рудообразующих процессов. – Новосибирск, 1971. – С. 241–250.

16. **Cloos, H.** Bau und Taetigkeit von Tuffschloten [Text] / H. Cloos // Geologische Rundschau. – 1941. – Band XXXII, Heft 6–8. – S. 708–800.

REFERENCES

1. Afanasov M.N., Nikolaev V.A. [Diamond potential of the Karelian Isthmus]. *Regional'naya geologiya i metallogeniya – Regional Geology and Metallgeny*, 2003, no. 18, pp. 116–121. (In Russ.).

2. Gusev A.I. *Metallogeniya zolota Gornogo Altaya i yuzhnoy chasti Gornoy Shorii* [Gold metallogeny of the Gorny Altai and southern Gornaya Shoriya]. Tomsk, SST Publ., 2003. 308 p. (In Russ.).

3. Isakov V.M. [Geological fact of fluidoliths discovery within the Eastern Sayany] *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2013, no. 3(15), p. 88–90. (In Russ.).

4. Masaytis V.L. *Forma i mekhanizm obrazovaniya trappovykh intruziy i ekstruziy na Sibirskoy platforme* [Form and mechanism of formation of trap intrusions and extrusions in the Siberian Platform]. Leningrad, VSEGEI Proc., 1967, vol. 112, pp. 165–182. (In Russ.).

5. Makhlaev L.V., Golubeva I.I. [Fluidisites require attention]. *Priroda – Nature*, 2001, no. 9, pp. 60–69. (In Russ.).

6. Sennikov N.V., Ivata K., Ermikov V.D., et al. [Paleozoic oceanic depositional environments and fauna assemblages in the southern framing of the West-Siberian plate]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 2003, vol. 44, no. 1–2, pp. 156–172. (In Russ.).

7. *Petrograficheskiy kodeks Rossii. Magmaticheskie, metamorficheskie, metasomaticheskie, impaktnye obrazovaniya* [Petrographic code of Russia. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact bodies]. 3rd edition revised and enlarged, St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2009. 200 p. (In Russ.).

8. Rybal'chenko A.Ya., Rybal'chenko T.M., Si-laev V.I. [Theoretical background of prediction and search for primary tuffsite-type diamond deposits]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN – Proc. Komi of the scientific center of the Ural Branch of RAS*, 2011, iss. 1 (5), pp. 54–67. (In Russ.).

9. Buslov M.M., Fudzhivara I., Safonova I.Yu., et al. [Structure and evolution of the junction zone of the Rudny and Gorny Altai terrains]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 2000, vol. 41, no. 3, pp. 383–397. (In Russ.).

10. Tugovik G.I. *Flyuidizatno-eksplozivnye struktury i ikh rudosnost'* [Fluidised-explosive structures and their ore potential]. Moscow, Nauka Publ., 1984, 192 p. (In Russ.).

11. Tourkin Yu.A. [Structural and tectonic setting and petrochemical features of metabasites in the late Devonian dykes belts of Altai] *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2013, no. 4(16), p. 65–73. (In Russ.).

12. Turkin Yu.A., Fedak. S.I. *Geologiya i strukturo-veshchestvennye komplekсы Gornogo Altaya* [Geology and structural and compositional complexes of Gorny Altai]. Tomsk, STT Publ., 2008. 460 p. (In Russ.).

13. Kazak A.P., Kopylova N.N., Tolmacheva E.V., Yakobson K. E. *Flyuidno-eksplozivnye obrazovaniya v osadochnykh kompleksakh* [Fluid-explosive-derived bodies in sedimentary complexes]. St. Petersburg, GGUP "Mineral" Publ., 2008. 36 p. (In Russ.).

14. Fon-Der-Flaass G.S. *Strukturnye faktory lokalizatsii zhele-zoorudneniya v mestorozhdeniyakh Angarskoy provintsii* [Structural factors of location of iron mineralization in the Angara province deposits]. Abstract of PhD thesis in geology and mineralogy. Irkutsk, 2008. 24 p. (In Russ.).

15. Sharapov V.N. [On possibility of closed explosions in hypabyssal environments]. *Fizika i fizikokhimiya rudoobrazuyushchikh protsessov* [Physics and physicochemistry of ore formation]. Novosibirsk, 1971, pp. 241–250. (In Russ.).

16. Cloos H. Bau und Taetigkeit von Tuffschloten. *Geologische Rundschau*, 1941, Band XXXII, Heft 6–8, S. 708–800.

© Ю. А. Туркин, 2015

ТУРКИН Юрий Александрович, ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское, Алтайский край, вед. геолог, к.г.-м. н. E-mail: jurtour@yandex.ru

TURKIN Yuri, PhD, ОАО "Gorno-Altayskaya ekspeditsiya", Maloeniseyskoe Township, Altai Territory, Russia. E-mail: jurtour@yandex.ru