

ОКОЛОЖИЛЬНЫЕ ФЕНГИТОВЫЕ ГУМБЕЙТЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШАРТАШСКОГО ГРАНИТНОГО МАССИВА: ДЕТАЛИ СТРОЕНИЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ КОЛОНОК

О. А. Суставов

На основании изучения околожилых оторочек 17 сульфидно-кварцевых жил из Шарташского гранитного карьера с использованием окрашивания микроклина кобальт-нитритом и количественно-минералогических подсчетов охарактеризованы некоторые детали строения метасоматических колонок фенгитовых гумбейтов, дополняющие описание предыдущих исследователей. Зона хлоритизации биотита рассматривается в качестве внешней зоны колонки гумбейтизации. В этой зоне и в начале промежуточной зоны выявлено замещение плагиоклаза глинистыми минералами, происходящее ранее образования серицита. Описывается развитие метасоматического микроклина по плагиоклазу в промежуточной зоне. Отмечается отсутствие карбоната в ряде жил и метасоматических колонок. Рассмотрено развитие альбита и кварца во внутренней карбонат-микроклин-серицитово-й зоне на поздних стадиях образования гумбейтов.

Ключевые слова: Шарташский массив; сульфидно-кварцевые жилы; фенгитовые гумбейты; метасоматические колонки.

В Шарташском щебеночном карьере (северо-восточная окраина г. Екатеринбург), располагающемся в центральной части одноименного гранитного массива (геологическое строение массива и положение карьера приводятся в работе [1]), имеются пересекающие граниты преимущественно субширотные крутопадающие сульфидно-кварцевые жилы, окруженные оторочками околожилых изменений. Мощность жил и околожилых оторочек измеряется главным образом первыми сантиметрами, протяженность жил по простиранию – первыми десятками метров.

Наблюдаемые в карьере метасоматические изменения пород вокруг сульфидно-кварцевых жил относятся к формации гумбейтов [2–4]. Отмечаются относительно редкие ранние биотитсодержащие гумбейты и пользующиеся преобладающим распространением поздние фенгитовые гумбейты [3, 4]. Последним свойственно совместное присутствие микроклина и фенгита во внутренней зоне метасоматических изменений. Фенгитом называют диоктаэдрические слюды серии твердых растворов между мусковитом, алюминоселадонитом и селадонитом; присутствие фенгита установлено при микросондовом анализе данных метасоматитов [3, 4]; далее при описаниях шлифов он отмечается как «серицит». В настоящей статье охарактеризован ряд деталей строения метасоматических колонок фенгитовых гумбейтов Шарташского

карьера, дополняющих описание этих метасоматитов, приводимые предыдущими исследователями [3–5].

Автором были изучены оторочки фенгитовых гумбейтов мощностью 10–35 мм вокруг 17 сульфидно-кварцевых жил мощностью 5–30 мм (образцы отобраны в 1993–2000 гг.). Калиевый полевой шпат в штуфах и шлифах (изучено 120 шлифов метасоматитов, в том числе шлифы большого размера, охватывающие околожилые оторочки на всю мощность) окрашивался кобальт-нитритом. Подсчеты содержания минералов производились в шлифах на интеграционном столике Андина.

Сульфидно-кварцевые жилы с рассматриваемыми околожилыми оторочками залегают в среднезернистых гранитах (12 жил), мелкозернистых гранитах (2 жилы) и в гранодиорит-порфирах (3 жилы). Минеральный состав подвергшихся метасоматическим изменениям гранитов: 50–55 % плагиоклаза, 20–25 % микроклина, 25–30 % кварца и 5–10 % биотита; гранодиорит-порфиров: 55–60 % плагиоклаза, 10–15 % микроклина, 15–20 % кварца и 10–15 % мафических минералов.

Метасоматические изменения гранитов и гранодиорит-порфиров во всех изученных околожилых каймах начинаются с частичного (на 10–30 %) замещения биотита хлоритом (*внешняя зона* метасоматической колонки). Граница этой зоны с исходной породой в

одних случаях достаточно четкая (мощность внешней зоны измеряется первыми миллиметрами – рис. 1, в), в других – расплывчатая (отдельные зерна частично хлоритизированного биотита иногда встречаются в гранитах и на значительном удалении от сульфидно-кварцевых жил). Внутри зоны степень хлоритизации биотита возрастает по направлению к сульфидно-кварцевой жиле и на границе со следующей (промежуточной) зоной в отдельных участках иногда наблюдается почти полное замещение биотита хлоритом. Замещение биотита хлоритом происходит в условиях устойчивости титанита и при сохранении зонального строения исходного плагиоклаза.

Промежуточная зона (мощностью 7–25 мм) резко сменяет внешнюю зону и занимает основной объем околожильной оторочки. На фронте этой зоны биотит и хлорит одновременно полностью псевдоморфно замещаются серицитом и пиритом, титанит – рутилом (лейкоксенном).

Серицит развивается как непосредственно по биотиту, так и по хлориту (по биотиту серицит, по-видимому, развивается легче, чем по хлориту). В отличие от происходящей во внешней зоне хлоритизации биотита, преимущественно частичной и слабой, при образовании по биотиту пирит-серицитовых псевдоморфоз все чешуйки биотита сразу целиком замещаются пирит-карбонат-серицитовыми агрегатами, без каких-либо постепенных переходов. Наряду со скоплениями пирита, развивающегося по биотиту совместно с серицитом, появляются и отдельные метакристаллы пирита (размером преимущественно до 0,1 мм), располагающиеся среди других минералов породы.

На месте исходного олигоклаза в промежуточной зоне образуются альбит и серицит. При замещении олигоклаза альбитом (вместе с образованием на месте биотита серицит-пиритовых агрегатов) исходная зональность зерен плагиоклаза исчезает. Серицит в псевдоморфозах альбита по олигоклазу в начале промежуточной зоны содержится в небольшом количестве и поперечник его чешуек не превышает первых микрометров.

В начале промежуточной зоны в центральных частях зерен плагиоклаза наряду с мелкочешуйчатым серицитом нередко наблюдаются также «грязные» скопления очень

мелких минеральных включений, для которых иногда можно установить чешуйчатую форму зерен. В некоторых случаях чешуйки достаточно крупные, с низким двупреломлением. Скопления этих чешуйчатых минералов с низким двупреломлением замещаются серицитом. На рентгеновской дифрактограмме тонкой фракции породы, выделенной отмучиванием (аналитик Н. Г. Сапожникова, УГГУ), отмечается пик 7,14 Å, смещающийся при съемке с этиленгликолем до 7,62 Å; это позволяет диагностировать присутствие в породе каолинита с небольшим количеством разбухающих монтмориллонитовых слоев (в той же пробе присутствует в значительно больших количествах, чем каолинит, и серицит модификации 2M₁). Эти данные показывают, что в начале промежуточной зоны замещению плагиоклаза тонкочешуйчатым серицитом предшествует развитие по плагиоклазу глинистых минералов. Это особенно свойственно не содержащим карбонатов метасоматитам восточного борта Шарташского карьера. Развитие по плагиоклазу глинистых минералов, характерное для начала промежуточной зоны, обычно также проявлено, хотя и в значительно меньшей степени, и во внешней хлоритовой зоне.

По мере перехода от фронтальной к тыловой части промежуточной зоны чешуйки серицита в альбитовых псевдоморфозах по олигоклазу начинают постепенно укрупняться, их количество увеличивается, степень замещения альбита серицитом возрастает.

В центральных частях альбитовых псевдоморфоз по плагиоклазу (между чешуйками серицита) в промежуточной зоне начинается замещение альбита микроклином. При этом вне содержащих серицита чистых альбитовых краевых частях псевдоморфоз по плагиоклазу замещения микроклином не происходит. В одних случаях альбит начинает замещаться микроклином с самого начала промежуточной зоны, с усилением этого процесса от фронтальной к тыловой части этой зоны (рис. 1, б), в других случаях замещение альбита микроклином начинается лишь в тыловой части промежуточной зоны (рис. 1, а). Развитие новообразованного микроклина (его количество чаще всего не превышает 5–10 %) идет параллельно с укрупнением размеров чешуек серицита в псевдоморфозах по плагиоклазу.

В 10 из 17 изученных метасоматических колонок в промежуточной зоне присутствует карбонат (преимущественно кальцит, судя по рентгеновской дифрактограмме породы

(аналитик Н. Г. Сапожникова) и по данным [3, 4]). В начале промежуточной зоны карбонат вместе с серицитом развивается главным образом по биотиту и плагиоклазу. По

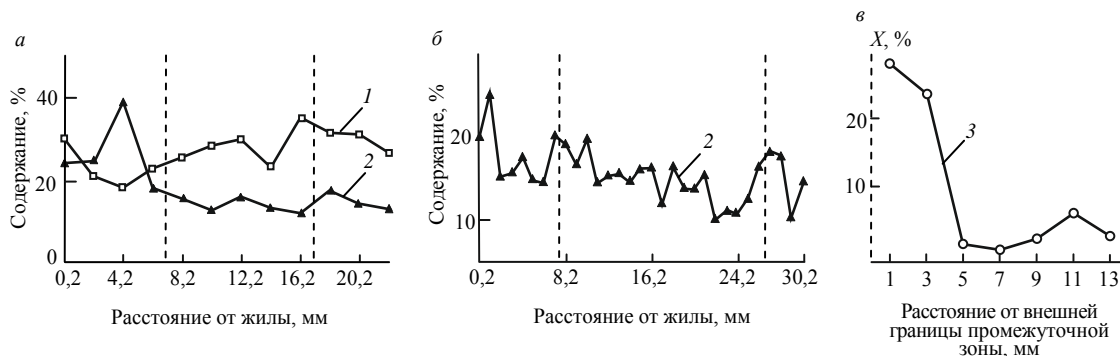


Рис. 1. Изменение содержания:

1 – кварца, 2 – микроклина, 3 – хлорита с удалением от сульфидно-кварцевых жил в фенгитовых гумбеитах по среднезернистым гранитам (а, в) и гранодиорит-порфиру (б); X – отношение содержания хлорита к суммарному содержанию хлорита и биотита; пунктир – границы промежуточной зоны. В замерах принимали участие Н. А. Шериханова, П. С. Данилова, К. С. Куатбаева

мере перехода от фронтальной к тыловой части промежуточной зоны количество замещающего плагиоклаз карбоната и размеры его зерен возрастают. Если в метасоматитах имеется карбонат, то он всегда присутствует (по 57 шлифам) и в призальбандовых каймах (см. далее) на стенках сульфидно-кварцевых жил, залегающих в этих метасоматитах. В 7 метасоматических колонках (около жил, развитых главным образом в восточной части карьера) карбонат отсутствует (как в промежуточной, так и во внутренней зонах колонки) [6]. Отсутствию карбоната в метасоматитах соответствует его отсутствие и в призальбандовых каймах сульфидно-кварцевых жил, залегающих в этих метасоматитах.

Переход от промежуточной к *внутренней зоне* метасоматических изменений характеризуется резким усилением серицитизации (полным или почти полным замещением альбита серицитом), сопровождаемым возрастанием размеров чешуек серицита: поперечник чешуек серицита в серицит-альбитовых псевдоморфозах по плагиоклазу может достигать 30–40 мкм (в промежуточной зоне этот поперечник обычно не превышает 5 мкм). Контуры зерен исходной породы во внутренней зоне вблизи кварцевой жилы нередко становятся слабо различимыми. Возникшие на месте зерен биотита пирит-карбонат-серицитовые агрегаты преобразуются в отдельные разрозненные зерна серицита (размером до 0,1 мм в поперечнике), карбоната и пирита

(размером до 0,3–0,5 мм). Содержание кварца с приближением к жиле нередко несколько снижается (см. рис. 1, а).

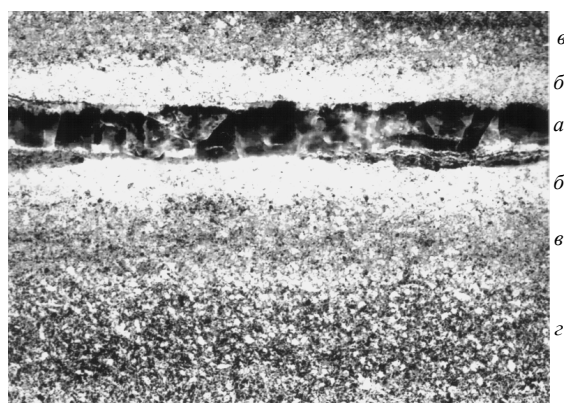
Во внутренней зоне продолжается начавшееся в промежуточной зоне увеличение количества новообразованного микроклина (см. рис. 1, а, б). Последний образует здесь зерна, замещающие альбит в промежутках между присутствующими в альбите чешуйками серицита, а также отдельные более крупные зерна, не связанные с чешуйками серицита. Следует отметить, что микроклин внутренней зоны окрашивается кобальт-нитритом сильнее, чем находящийся на большем удалении от жилы микроклин промежуточной зоны. Это подтверждает отмеченное А. И. Грабежевым [2] снижение содержания натрия в калиевом полево шпате при переходе к внутренним зонам метасоматических колонок.

В целом метасоматическая колонка фенгитовых гумбеитов имеет следующий вид:

Кварц, микроклин, олигоклаз, биотит, титанит	Исходная порода
Кварц, микроклин, олигоклаз, хлорит, титанит	Внешняя зона
Кварц, микроклин, альбит, серицит, карбонат, рутил, пирит	Промежуточная зона
Кварц, микроклин, серицит, карбонат, рутил, пирит	Внутренняя зона

В 4 из 17 изученных колонок фенгитовых гумбеитов во внутренней зоне в непосредственном контакте с жилой отмечается появление альбита, замещающего серицит, микроклин и кварц. Иногда зона развития альбита имеет мощность до нескольких миллиметров (рис. 2). В метасоматите, изображенном на рис. 2, на фронтальной границе внутренней зоны (рис. 2, зона *в*) начинается обычное для внутренней зоны увеличение количества ми-

кроклина и уменьшение количества альбита по сравнению с промежуточной зоной (рис. 2, зона *з*), сопровождаемое ростом размеров чешуек серицита (и кристаллов пирита). Но вблизи контактов жилы (зона *б*) происходит уменьшение количества микроклина и увеличение количества альбита (см. таблицу). Альбит развивается, замещая серицит, микроклин и кварц; характерно разрастание альбитовых кайму серицитовых псевдоморфоз по плаги-



Содержание K_2O и Na_2O , %, в зонах, отмеченных на рис. 2 (химлаборатория УГГУ)

Зоны	K_2O	Na_2O
<i>б</i>	4,75	4,37
<i>в</i>	10,8	1,20
<i>з</i>	3,74	4,70

Рис. 2. Сульфидно-кварцевая жила – *а* с прилегающей к ней альбитизированной частью внутренней зоны метасоматической колонки (светлое – *б*); не подвергшаяся альбитизации часть внутренней зоны – *в*, промежуточная зона колонки (исходная порода – гранодиорит-порфир) – *з*. Окрашено кобальт-нитритом, ширина фотографии 7 см

оклазу. В зоне *в* микроклин образует гнезда мелких зерен между кристаллами плагиоклаза, а в зоне *б* имеются лишь единичные мелкие зерна микроклина, оставшиеся на месте разных частей этих гнезд, замещаемых альбитом.

Кроме того, в ряде колонок микроклин во внутренней зоне у контакта с сульфидно-кварцевой жилой подвергается замещению кварцем. В случае присутствия в метасоматите возле жилы альбита последний также нередко замещается кварцем, причем часто интенсивнее, чем микроклин.

На стенках сульфидно-кварцевых жил, в большинстве случаев сложенных метасоматитами внутренней зоны, нередко имеются в той или иной степени выраженные приальбандовые каймы, образованные располагающимися вдоль стенок идиоморфными зернами мусковита, карбоната (кальцит, доломит), реже микроклина и альбита (тех же минералов, что входят в состав метасоматитов внутренней зоны).

Мусковит в приальбандовых каймах образует чешуйки длиной до 0,5 мм, нередко ориентированные субперпендикулярно стенке жилы. Достаточно крупные чешуйки мусковита могут далеко проникать в жильный кварц и в то же время быть глубоко вросшими в породу, т. е. являться частью вмещающего метасоматита. Микроклин приальбандовых кайм (часто пелитизированный, рис. 3) регенерационно нарастает на вскрываемые в стенках жил зерна породообразующего микроклина. Поэтому приальбандового микроклина обычно много в том случае, если стенки вскрывают достаточное количество породообразующего микроклина (иногда пелитизированный микроклин приальбандовых кайм может нарастать и на серицит). Альбит на стенках жил образует регенерационные зерна, нарастающие на породообразующий альбит, в случае присутствия последнего в стенке жилы; иногда жильный альбит нарастает и на вскрываемый стенкой породообразующий микроклин.

Карбонат – наиболее поздний минерал призальбандовых кайм (нарастает на другие минералы кайм). Он образует кристаллы размерами до 2 мм, в которых нередко наблюдается большое количество мелких включений

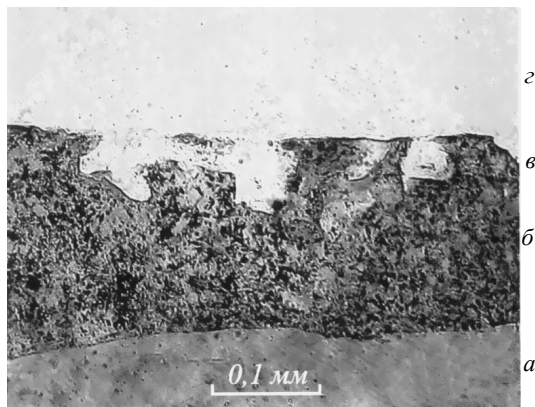


Рис. 3. На порообразующий микроклин – *a* нарастает пелитизированный микроклин призальбандовой каймы – *б*, замещаемый кварцем – *в*; кварцевая жила – *г*: без анализатора

другого карбоната; иногда эти включения тяготеют к границам кристаллов карбоната с жильным кварцем. По данным микрозондовых определений, встречаются включения доломита в кальците и кальцита в доломите. В некоторых зернах карбонатных включений настолько много, что трудно сказать, какой карбонат преобладает. Кристаллы карбоната в каймах бывают идиоморфны как по отношению к жильному кварцу, так и по отношению к породе.

Следует также отметить часто наблюдаемое замещение микроклина призальбандовых кайм жильным кварцем (рис. 3). При этом замещающий жильный кварц иногда развивается не только в микроклине призальбандовой каймы, но распространяется и в зерно порообразующего микроклина, на которое нарастает данный кристалл микроклина призальбандовой каймы. Подобным образом может замещаться жильным кварцем и альбит призальбандовых кайм.

Таким образом, представленная обобщенная характеристика метасоматической колонки фенгитовых гумбеитов, полученная на основании изучения околожильных оторочек 17 сульфидно-кварцевых жил из Шарташского гранитного карьера, в целом соответствует описаниям тех же пород по [3–5]; в настоящей статье приводится ряд дополняющих эти описания новых данных.

В отличие от предыдущих исследователей, автором выделена внешняя хлоритовая зона метасоматической колонки фенгитовых гумбеитов (зона хлоритизации биотита). Эта зона рассматривается в качестве внешней зоны гумбеитизации в связи с проявленным во всех изученных метасоматических колонках возрастанием в этой зоне степени хлоритизации биотита по направлению к промежуточной зоне (рис. 1, *в*) и почти полным замещением биотита хлоритом в отдельных локальных участках на границе с промежуточной зоной – перед тем как биотит и хлорит резко полностью замещаются серицитом.

Выявлено нередко отмечающееся в хлоритовой зоне и особенно в начале промежуточной зоны развитие по плагиоклазу глинистых минералов. Последние не являются гипергенными – они всегда занимают одно и то же определенное место в метасоматической колонке (приурочены лишь к внешней хлоритовой зоне и особенно к началу промежуточной зоны метасоматической колонки). Здесь же, в начале промежуточной зоны, по плагиоклазу, замещая глинистые минералы, образуется наиболее мелкозернистый серицит – постепенное увеличение размеров чешуек серицита по направлению к внутренней зоне начинается от того места в метасоматической колонке, где плагиоклаз замещался глинистыми минералами.

Подобное (но значительно более интенсивно проявленное) развитие по плагиоклазу глинистых минералов («замещение глинистыми минералами обогащенных кальцием зон в кристаллах плагиоклаза, одновременное с хлоритизацией биотита») во внешней части метасоматических колонок отмечается на некоторых медно-порфировых месторождениях [7], где указывается и на аналогичное наблюдаемому в промежуточной зоне наших метасоматических колонок замещение глинистых минералов серицитом с приближением к жилам. Развитие глинистых минералов по плагиоклазу в хлоритовой зоне и в начале промежуточной зоны связано, по-видимому, со снижением активности калия в растворах во внешних частях метасоматических колонок (этому соответствует и наблюдаемая здесь же хлоритизация биотита).

При изучении метасоматических колонок с использованием окрашивания микроклина кобальт-нитритом установлено, что замеще-

ние плагиоклаза микроклином нередко начинается еще в промежуточной зоне (в промежутках между чешуйками развивающегося по плагиоклазу серицита), рис 1, б. Следует отметить также отсутствие карбоната в ряде метасоматических колонок (и в приуроченных к этим колонкам сульфидно-кварцевых жилах), особенно в восточной части карьера.

Призальбандовые каймы вдоль стенок сульфидно-кварцевых жил возникали в процессе околожильных изменений [8]. Их наличие показывает, что жиль вмещающие трещины в процессе околожильных изменений были раскрыты (на стенках трещин свободно росли идиоморфные кристаллы минералов призальбандовых кайм, на которые впоследствии нарастали индивиды жильного кварца). Каймы сложены теми же минералами, что образуются во вмещающей породе при околожильных изменениях. Отдельные кристаллы минералов призальбандовых кайм могут быть глубоко вросшими в породу и рассматриваться принадлежащими как призальбандовой кайме, так и вмещающему метасоматиту. Возможно, кристаллизация отдельных образующихся при метасоматических изменениях минералов как в породе, так и в виде призальбандовых кайм на стенках трещин, могла быть результатом некоторого избытка отдельных компонентов в растворах, фор-

мирующих околожильные метасоматические оторочки.

Ранее показано, что на поздних стадиях образования метасоматических колонок фенгитовых гумбеитов в непосредственных контактах с жилами иногда происходит развитие альбита и позднего метасоматического кварца. По А. И. Грабежеву [2], отмечавшему сходные явления в мусковит-полевошпатовых метасоматитах редкометалльных месторождений восточного склона Урала, подобное развитие альбита (а также образование самостоятельных колонок с альбитовой внутренней зоной) может быть связано с сохранением в растворе части натрия, выносимого при формировании внешних зон метасоматических колонок. Таким же образом можно, по-видимому, объяснить и развитие альбита во внутренних зонах метасоматических колонок рассматриваемых фенгитовых гумбеитов; этому объяснению соответствует наличие самостоятельных колонок с альбитовой внутренней зоной вокруг некоторых жил Шарташского карьера [9, 10]. Образование в прилегающих к жилам метасоматитах позднего кварца может быть обусловлено, как это указано в работе [2], увеличением кислотности растворов и/или понижением их температуры после образования метасоматических колонок.

Автор благодарен Н. Г. Сапожниковой (УГГУ) за проведение рентгеноструктурных анализов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прибавкин С. В., Вотяков С. Л. Амазонитсодержащие пегматиты Шарташского массива (Средний Урал): минералогия, петрогенезис // Записки Рос. минералогич. о-ва. 2004. № 4. С. 10–20.
2. Грабежев А. И. Метасоматизм, рудообразование и гранитный магматизм. М.: Наука, 1981. 292 с.
3. Середкин М. В. Метасоматиты гумбеитовой формации Гумбейского рудного поля и Шарташского массива, Урал // Петрология. 2000. №3. С. 280–308.
4. Гумбеитовая формация Урала / Э. М. Спиридонов [и др.]. М.: МГУ, 1997. 100 с.
5. Грабежев А. И. Особенности березитизации гранитоидов Шарташского массива на Среднем Урале / Труды Ин-та геологии и геохимии УФАН СССР. 1970. Вып. 86. С. 10–14.
6. Суставов О. А. Бескарбонатные околожильные метасоматиты по гранитам центральной части Шарташского массива // Материалы Урал. летней минералогич. школы-2000. Екатеринбург: УГГА, 2000. С. 372–373.
7. Мейер Ч., Хемли В. Околорудные изменения вмещающих пород // Геохимия гидротермальных рудных месторождений. М.: Мир, 1970. С. 148–210.
8. Robert F., Brown A. C. Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma mine, Abitibi greenstone belt, Quebec // Econ. Geol. 1986. Vol. 81, no 3. P. 592–616.
9. Суставов О. А., Нохрина Н. Н. Эйситизация гранитов в контактах мусковит-карбонатных прожилков в центральной части Шарташского гранитного массива // Изв. УГГА. 2003. Вып. 18. С. 74–78.
10. Суставов О. А., Пьянкова К. И. Микроклин-альбитовые околожильные метасоматиты в центральной части Шарташского гранитного массива // Урал. минералогич. школа-2005: материалы Всерос. науч. конф. Екатеринбург: УГГУ, 2005. С. 148–149.

Поступила в редакцию 21 июня 2013 г.

Суставов Олег Анатольевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии, петрографии и геохимии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: olsustavov@mail.ru