

УДК 549 (470.5)

Минеральный кадастр Шарташского массива

Прибавкин С.В.

Институт геологии и геохимии имени академика А.Н.Заварицкого УрО РАН (ИГГ УрО РАН)

Введение

История изучения Шарташского массива тесно связана с изучением Березовского золоторудного месторождения. Среди исследователей массива можно назвать Н.И.Бородаевского и М.Б.Бородаевскую, М.Н.Чукашеву, Г.М.Ершову, Л.И.Михайлову, А.И.Грабежева, В.Н.Сазонова и конечно же Р.С.Куруленко.

Сейчас мы знаем, что Шарташский гранитный массив (рис.1) относится к тоналит-гранодиоритовой формации. Он располагается в окраинно-континентальной зоне Среднего Урала и формировался в геодинамической обстановке андийского типа. Возраст массива 328 ± 8 млн. лет, первичное значение отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ равно $0,70339 \pm 0,00027$ [Штейнберг и др, 1989]. Массив сложен тремя интрузивными фазами гранитов, в которых широко распространены жильные породы среднего и кислого состава: лампрофиры, гранодиориты, граниты, пегматиты и аплиты. Однако, надо заметить, что все наблюдения и соотношения пород установлены для так называемого Шарташского выступа, находящегося в районе оз.Шарташ. Изучение же геофизических полей показывает, что собственно Шарташский массив является крупным интрузивным телом с непростой морфологией [Белавин и др., 1970]. Массив имеет протяженность в широтном направлении около 20 км. И такие, выходящие на поверхность, гранитные тела, как Шарташский (4x6 км), Шпанчевский (1x3 км), Южно-Шарташский (0,5x2 км) являются выступами единого массива, большая часть которого скрыта под толщей вулканогенно-осадочных отложений нижнего палеозоя. Поэтому, при рассмотрении минералогии массива, было бы не правильно ограничиться только одним из его выходов на поверхность. Стоит рассмотреть и другие гранитные тела, к сожалению, пока слабо изученные, возможно за исключением Южно-Шарташского массива, на территории которого ранее проводились поиски на золото и каолин, результатом которых стала промышленная добыча каолинового сырья и находка Кузнецовского золото-вольфрамового рудопроявления.

При минералогическом изучении Шарташского массива можно выделить 7 генетических групп, характеризующихся обособленным минеральным составом это: гранитоиды, лампрофиры, ксенолиты вмещающих пород, метасоматиты, гидротермальные жилы, зона окисления сульфидно-кварцевых жил.



Рис. 1. Геологическая схема Шарташского массива и его спутников.

Гранитоиды массива представлены следующими разновидностями: биотитовые граниты, гранодиориты, аплиты, пегматиты. Граниты составляют 99% доступной для наблюдения части массива. Все остальные разновидности образуют дайки, которые можно наблюдать в многочисленных каменных карьерах. Наиболее разнообразна минералогия пегматитов. Встречаются, как обычные гранитные пегматиты с белым или светло-желтоватым калишпатом, мусковитом, десмином, так и амазонитовые пегматиты с мусковитом, шерлом, ильменорутилом.

Наличие даек лампрофиров в массиве обычное явление. Они образуют дайковые тела, не превышающие 1,5 м мощности и 300 м по протяженности. Среди них выделяется две группы пород: известково-щелочные (спессартиты, керсантиты) и ультрамафические лампрофиры. Первые формировались одновременно с гранитами, а вторые являются постгранитными и даже пострудными образованиями. Лампрофиры характеризуются наличием таких типоморфных минералов как, хромшпинелиды, оливин, флогопит.

При осмотре каменных карьеров Шарташского массива можно заметить присутствие в гранитах ксенолитов чужеродных пород. Надо сразу отметить, что ксенолиты в массиве очень редки, а их размер не превышает первых десятков сантиметров. Среди них встречаются обломки роговиков, пироксен-амфиболовых меланодиоритов, скарнов. Для этих пород характерно наличие скарновых парагенезисов: гранат, пироксен, эпидот.

В последнее время сульфидно-кварцевые жилы и вмещающие их метасоматиты Шарташского массива были хорошо изучены с точки зрения минералогии, генезиса, связи с оруденением Березовского золоторудного месторождения [Спиридонов и др., 1997, Сазонов, 2000 и др.]. Однако осталось и много проблем, одна из которых это - классификация жил. В предшествующих работах были выделены жилы, связанные с доломитовой и фенгитовой фациями гумбеитов [Спиридонов и др., 1997], гумбеитами, эйситами, березитами (Сазонов 2000).

Изучение минералогии и внутреннего строения сульфидно-кварцевых жил Шарташского массива и прилегающего к нему Южно-Шарташского массива, с расположенным в нем Кузнецовским золото-вольфрамовым рудопроявлением, позволяет выделить три основных типа жил, четко различающихся между собой по времени формирования, внутреннему строению, минералогии.

К первому типу относятся ранние кварцевые жилы, несущие медную минерализацию, главным образом, халькопирит и борнит со структурами распада, свидетельствующие о формировании около 400° С. Характерной особенностью жил является их малая мощность, отсутствие метасоматических ореолов и гранулярное строение кварца.

Ко второму типу относятся жилы, предположительно, заключительного этапа становления Шарташского интрузива; это жилы, формирующиеся в результате многократного раскрытия и заполнения стенок тектонических трещин. Причем, этапов раскрытия насчитывается более шести. Жилы такого типа немногочисленны и встречаются на Кузнецовском рудопроявлении, в восточном борту Шарташского щебеночного карьера, в дорожной выемке по дороге из Екатеринбурга на Новосвердловскую ТЭЦ и на восточной окраине Шарташского массива. Жилы имеют ритмичное строение, гранулярную, "рисовую", реже - друзовую структуру слагающего их кварца и несут признаки интенсивных деформаций. Минералогия жил специализирована на Ag, Bi, Pb: это серебро-висмутовый Zn-тетраэдрит, серебро-висмутовый галенит, минералы группы висмутин-айкинит (висмутин, хаммарит, линдстремит, фридрихит, айкинит), группу бенжаменита-павонита, самородный висмут, молибденит, шеелит. Возможно, что эти жилы можно сравнивать с жилами Березовского вольфрамового рудопроявления.

Третий тип жил широко распространен и характеризуется друзовой структурой кварца с минерализованными полостями объемом до нескольких кубических метров.

Жилы содержат в себе минералы Pb, Zn, Sb: галенит, Zn-тетраэдрит, сфалерит, бурнонит, менегинит, знаки золота.

Поздняя гидротермальная минерализация в массиве представлена жилами хлорит-цеолитового, флюорит-кальцит-монтморилонитового состава. Эти образования слабо распространены и имеют вид тонких (первые миллиметры) прожилков, развитых вдоль вертикальных тектонических нарушений.

Зона окисления кварцевых жил имеет вертикальную мощность от первых метров до 15. Над первичными сульфидными рудами выделяется два основных уровня, фиксирующих стадии окисления руд: фосфат-сульфатный и карбонат-окисный. Наиболее широко распространенные минералы зоны окисления это: церуссит, плюмбоярозит, пироморфит, гетит, биндгеймит.

Минеральный кадастр Шарташского массива

1. Самородные элементы

Золото

Золото в сульфидно-кварцевых жилах отмечено в Большом Шарташском карьере и в единичном случае в карьере пос. Изоплит. Золото образует микроскопические выделения не более 0,15 мм изометричной или прожилковидной формы, располагаясь по трещинкам в тетраэдрите. Микровключения золота в пирите, характерные для Березовского золоторудного поля, не зафиксированы. Золотоносность крупнозернистого пирита по сравнению с Березовским очень низкая (10 г/т.). Золото высокопробное. Средний состав центральных частей золотин (мас.%): Au 95,02; Ag 4,95; Cu 0,17; Hg .08; сумма 100,22. В краях наблюдается рост концентраций серебра: Au 88,79; Ag 9,85; Cu 0,07; Hg .08; сумма 98,74. Близкий состав имеет золото Кузнецовского рудопроявления.

Висмут

Висмут наблюдался в виде мелких (до 5 мкм) идиоморфных шестигранных кристалликов, включенных в висмутин. В отраженном свете белый, очень яркий. Диагностирован оптически и по данным микрозондового анализа.

Сера

Сера встречена в зоне окисления сульфидно-кварцевых жил в виде зернистого агрегата или кристалликов, располагающихся внутри гетит-гидрогетитового каркаса, образованного при замещении пирита. Когда пирит полностью выщелачивается, сера образует сыпучку в кварцевых пустотках, образованных на месте кристаллов пирита. Размер кристаллических зерен серы не более 1 мм. Форма округлая, ветеренообразная, лепешковидная, огранение очень слабо проявлено. Грани имеют выпуклую поверхность с многочисленными бугорками роста. Цвет кристаллов от светло-желтого до желтовато-серого.

2. Сульфиды, сульфосоли, теллуриды

Молибденит

Молибденит встречен среди доломитовых гумбеитов в Шарташском карьере и локализуется в зальбандах кварцевых жил. Размер его чешуйчатых выделений не превышает обычно 0,1 мм. В отраженном свете наблюдается сильное двуотражение от белого до серого, сильная анизотропия. Молибденит диагностирован оптически и по данным качественного микрозондового анализа. Он ассоциирует с халькопиритом, образуя тесные сростания.

Пирротин

Пирротин образует мелкие (до 0,1 мм) округлые выделения в пирите сульфидно-кварцевых жил, связанных с доломитовыми гумбеитами. Химический состав минерала (мас.%) Fe 57.05; Ni 0.54; S 38.36.

Халькопирит

Халькопирит тесно ассоциирует с борнитом в ранних кварцевых жилах Шарташского массива. Он образует выделения неправильной формы (до 10 мм), развивающиеся по трещинкам в кварце, а также в виде ламелей в структуре распада борнита. Тесно ассоциирует с магнетитом.

В сульфидно-кварцевых жилах представлен двумя генерациями: 1) ранний халькопирит образует вкрапленность вплоть до эмульсионной в сфалерите, тетраэдрите, а также изометричные выделения зерен менее 1,0 мм. в краевых частях сульфидов; 2) поздний халькопирит выполняет трещинки в сульфидах и жильном кварце.

Пирит

Пирит - широко распространенный минерал. Он встречается в сульфидно-кварцевых жилах, околорудных метасоматитах, пегматитах, флюорит-кальцитовых жилах, в дайках лампрофиров. В кварцевых жилах он образует одиночные кристаллы или друзы размером до нескольких сантиметров. В карьерах по добыче каолина Южно-Шарташского массива встречаются одиночные кристаллы, замещенные лимонитом, размер которых достигает 20 см. Форма кристаллов эволюционирует от куба $a\{100\}$ к пентагондодокаэдру $e\{210\}$. Редко наблюдаются формы $\{321\}$; $\{421\}$. Наиболее поздний пирит, отлагающийся на кальците, имеет вид скелетных кристаллов октаэдрического габитуса. Цвет таких кристаллов черный из-за интенсивной побежалости.

Марказит

Марказит встречен в миаролах сульфидно-кварцевых жил, нарастающим на кристаллы кварца и калишпата. Кристаллы размером не более 1,5 мм хорошо огранены, располагаются по одиночке или группами из нескольких индивидов. Они часто

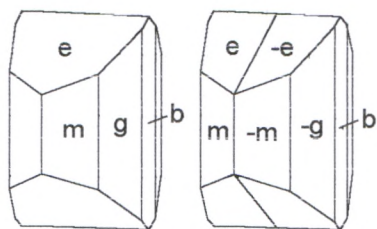


Рис. 2 Кристалл марказита и его двойник по плоскости [010] из сульфидно-кварцевой жилы, карьер БЗСК.

Простые формы: $e\{101\}$, $m\{110\}$, $g\{150\}$ – ромбические призмы, $b\{010\}$ – пинакоид.

сдвойникованы (см. рис.2), а иногда образуют розетковидные сростки. Цвет латунный с побежалостью в синих тонах.

Борнит

Борнит в сульфидно-кварцевых жилах, связанных с гумбеитами, встречается в виде мелких зерен в пирите, также входит в состав трехфазных включений блеклая руда, борнит, халькопирит. В жилах дымчатого кварца, не сопровождающихся околожилными изменениями, борнит образует выделения до 5 мм со структурами распада твердого раствора халькопирита в борните. Цвет борнита красновато-коричневый. Отражение около 25. В скрещенных николях наблюдается слабая анизотропия.

Сфалерит

Сфалерит образует крупные скопления до 5 см совместно с другими сульфидами в кварцевых прожилках, а также кристаллы до 2 см в друзовых полостях и мелкие кристаллики (0,3-0,6 мм), заключенные в кристаллах кварца. Кристалломорфология сфалерита достаточно простая; представлена комбинациями форм: $a\{100\}$; $o\{111\}$; $o'\{111\}$; $d\{110\}$; $e\{210\}$ с различной степенью развития той или иной простой формы. Например, кристаллы из карьера БЗСК обладают развитыми гранями куба и октаэдра (рис.4в), а кристаллы из Большого Шарташского карьера – гранями положительного тетраэдра с ромбододекаэдром (рис.3а,б). Грани кристаллов - блестящие с сильным алмазным блеском.

На гранях $\{111\}$ наблюдаются пирамиды роста и комбинационная штриховка $\{111\}:\{110\}$. Цвет сфалерита зеленовато-желтый, медово-желтый, до медово-бурого, особенно в краевых частях кристаллов. В сфалерите нередко наблюдаются газовой-жидкие включения, порой достаточно крупных размеров, достигающие первых миллиметров. В целом, сфалерит сильно трещиноват и легко раскалывается по спайности, на которой иногда можно заметить полисинтетическое двойникование.

Состав сфалерита (мас %): Zn 63.92; Fe 0.27; Cd 0.81; Cu 0.05; Ag 0.11 Mn 0.05; Bi 0.23; Sb 0.03; Hg 0.02; S 30.82; сумма 96.39. Спектральным анализом установлены примеси Cd более 1%; Ag, Pb, Fe, 0.n%; Cu, Sb 0.0n%; Ti, In 0.00n%. Сфалерит ассоциирует с тетраэдритом, галенитом, бурнонитом.

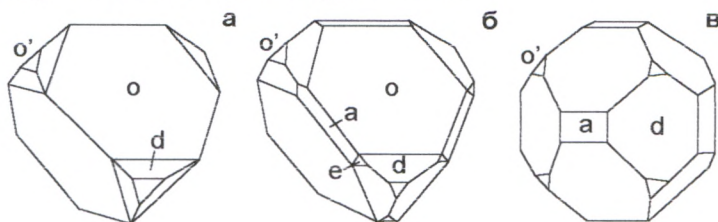


Рис. 3. Кристаллы сфалерита из Шарташского карьера (а,б) и карьера БЗСК (в).

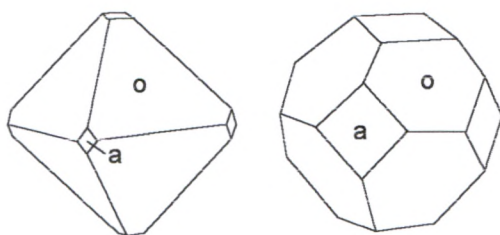


Рис. 4. Кристаллы галенита из сульфидно-кварцевых жил Шарташского карьера

Галенит

Галенит является одним из самых распространенных минералов сульфидно-кварцевых жил и встречается как в виде зернистых агрегатов, так и в виде кристаллов. Кристаллы (рис.4) представлены комбинацией форм $a\{100\}$ и $o\{111\}$ с различной степенью их развития. Иногда встречаются плохо оформленные, с “оплавленными” краями, почковидные выделения в полостях кварца. Размер кристаллов составляет в среднем 3-10 мм. Спайность по кубу хорошо выражена. Редко встречается галенит с октаэдрической отдельностью, обусловленной структурами распада твердого раствора. Такой галенит содержит повышенные концентрации Ag, Sb, Bi. Иногда можно встретить графические структуры галенит-тетраэдрит, образованные замещением бурнонита. Состав галенита, слагающего крупные выделения, близок к стехиометрическому, однако встречается и галенит с повышенным содержанием серебра и висмута. Состав такого галенита (мас. %): Pb-81.36; Ag-1.33; Bi 2.75; Hg-0.11; S-13.36; сумма 99.00.

Висмутин

Висмутин представлен двумя типами: содержащий кристаллики висмута и без таковых. Первый тип висмутин встречается в тесной ассоциации с Cu-бенжаменитом и ходрушитом, образуя с ними границы совместного роста. Второй тип замещает вышеописанные сульфосоли по трещинкам и с краев, имеет обычно мозаичное строение. В отраженном свете серый. Химический состав висмутин (мас. %) Ag 0.65; Cu 0.71; Pb 0.97; Bi 75.02; Te 0.22; S 17.27; сумма 94.84. Для первого типа висмутин протоминералом, возможно, являлся икунолит, распавшийся затем на висмут и висмутин.

Тенантит

Тенантит представлен Sb и Zn - содержащей разностью (*Sb цинкистый тенантит*). Он является наиболее ранней генерацией среди блеклых руд Шарташского массива. Он образует небольшие ксеноморфные включения в пирите. Состав минерала (мас. %) Cu 42.02; Ag 0.18; Zn 6.49; Fe 1.37; Cd 0.26; Pb 0.05; As 12.45; Sb 11.97; Bi 0.32; S 26.76; сумма 101.87.

Тетраэдрит

As цинкистый тетраэдрит широко развит как в сульфидно-кварцевых жилах, так и по трещинкам в окружающих метасоматитах. Наиболее характерная форма выделений тетраэдрита это сплошные зернистые, обрастающие вокруг кристаллов кварца массы и мелкие (0,4-2,0 мм) включения в его периферических частях. Он имеет границы совместного роста с галенитом и айкинитом. Редко наблюдаются графические срастания с галенитом. В друзовых полостях тетраэдрит представлен мелкими кристаллами двух типов (рис.5а,б). Кристаллы первого типа огранены достаточно примитивно: $o\{111\}$; $o'\{111\}$; $n\{211\}$ и имеют тетраэдрический облик. На гранях $\{111\}$ отмечается комбинационная штриховка с направлением $\{111\}:\{211\}$. Кристаллы второго типа имеют более сложное огранение: $o\{111\}$; $d\{110\}$; $e\{210\}$; $f\{310\}$; $n\{211\}$; $p\{221\}$; $\{611\}$ и при слабом развитии грани $\{111\}$ приобретают сферическую форму. На гранях $\{210\}$ наблюдается штриховка. Тетраэдрит имеет стальной до железно-черного цвет, раковистый излом, черту вишневого цвета, твердость около 4. Под микроскопом

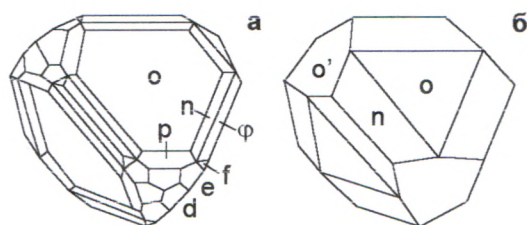


Рис. 5. Кристаллы блеклой руды из карьера БЗСК.

тетраэдрит выглядит белым с зеленоватым оттенком. Изотропен. Состав As цинкистого тетраэдрита (мас.%) Cu 39.57; Ag 0.43; Zn 7.37; Fe 0.61; Cd 0.22; Pb 0.10; As 6.93; Sb 18.64; Bi 0.93; S 25.79; сумма 100.59. Более поздними генерациями является умеренно As цинкистый тетраэдрит (As – 3-5%), бедный Bi, Te, Ag. Блеклая руда Кузнецовского рудопроявления относится к умеренно As Bi-Zn тетраэдритам.

Содержание Bi в ней достигает 3 %. Тетраэдрит ассоциирует со сфалеритом, галенитом. На поверхности легко окисляется, образуя целую гамму вторичных минералов.

Ag цинкистый тетраэдрит является наиболее поздним минералом группы блеклых руд в Шарташском массиве. Он образует отдельные мелкие и редкие выделения, слагает каймы кристаллов ранних генераций и мелкие кристаллики в ассоциации с беспримесным бурнонитом. Состав Ag цинкистого тетраэдрита (мас.%) Cu 36.23; Ag 3.11; Zn 7.62; Fe 0.09; Cd 0.41; Sb 29.08; S 24.98; сумма 101.52.

Бурнонит

Бурнонит образует либо сплошные скопления до нескольких сантиметров, тесно ассоциируя с блеклой рудой, галенитом и сфалеритом, либо рассеянную вкрапленность в других сульфидах. Кристаллы бурнонита не редкость и достигают 12 мм. Крупные кристаллы отличаются богатством простых форм (рис.6). Бурнонит имеет свинцово-серый до железно-черного цвет, с поверхности часто наблюдается синеватая побежалость. Блеск металлический, спайность не наблюдается, излом раковистый. Черта серовато-черная. Твердость бурнонита 3. Под микроскопом белый с чуть зеленоватым оттенком по сравнению с галенитом и несколько светлее тетраэдрита. Очень часто полисинтетически сдвойникован по двум направлениям, образующим ортогональную сетку. Плотность 5,88 г/см (определена пикнометрическим методом). Подтвержден рентгенографически: $a_0=8,171 \pm 0,004$; $b_0=8,697 \pm 0,004$; $c_0=7,803 \pm 0,005$; $a : b : c - 0,939:1:0,897$. Рентгеновская плотность 5,89 г/см. Состав бурнонита первой генерации (мас.%) Cu 12.91; Ag 0.04; Pb 41.97; Sb 20.17; Bi 1.11; As 2.27; Hg 0.25; Te 0.12; S 19.47; сумма 98.31. Его особенностью является обогащенность Bi и As. Бурнонит второй генерации обогащен только As, а его состав (мас.%) Cu 13.23; Pb 41.52; Fe 0.03; Sb 21.87; Bi 0.34; As 2.15; Te 0.13; S 19.49; сумма 98.76. Наиболее поздние кристаллы бурнонита третьей генерации зональны: их ядра обогащены As (1.98%), а края практически лишены примесей.

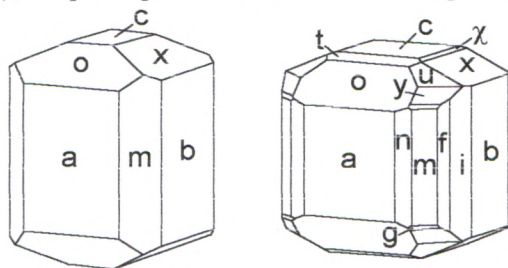


Рис. 6. Кристаллы бурнонита из карьера БЗСК.

Простые формы: $a\{100\}$; $b\{010\}$; $c\{001\}$; $n\{310\}$; $m\{110\}$; $f\{120\}$; $i\{130\}$; $o\{101\}$; $\chi\{013\}$; $x\{102\}$; $u\{112\}$; $y\{111\}$; $g\{221\}$; $t\{103\}$.

Менегинит

Менегинит представлен игольчатыми (до 15 мм), слабо изогнутыми кристаллами, заключенными в кварце, или слагает пучки вдоль трещин гумбеитов. По удлинению кристаллов наблюдается ясная штриховка. С поверхности менегинит быстро замещается вторичными минералами. На свежем изломе свинцово-серый, блеск металлический, спайность совершенная по (110), менее совершенная по (001). Твердость-3. Черта серо-черная. Подтвержден рентгенограммой: $a_0=11,37\pm 0,01$; $b_0=24,10\pm 0,03$; $c_0=8,26\pm 0,01$; $a:b:c = 0,472:1:0,343$, рентгеновская плотность 6,47 г/см. Состав менегинита (мас.%): Cu 1.44; Pb 61.12; Fe 0.18; Hg 0.15; Sb 17.59; Bi 0.89; As 1.07; S 17.36; сумма 99.80.

Айкинит

Айкинит в небольших ксеноморфных выделениях широко распространен в гнездах галенита и ассоциирует с бурнонитом и тетраэдритом. Размеры зерен айкинита до 0,5 мм. Часто окружен тонкой пленкой халькопирита. В отраженном свете белый, в контакте с галенитом появляется отчетливый желтоватый оттенок. Состав шарташского айкинита близок к стехиометрическому (Cu 10.78; Pb 34.89; Sb 0.25; Bi 35.63; Se 0.07; Te 0.07; S 16.53; сумма 98.22), кузнецовский - несколько обогащен Sb - 0,6%.

Фридрихит

Фридрихит встречается в виде одиночных кристаллов рассеянных в кварце жил, связанных с доломитовыми гумбеитами. Кристаллы имеют длиннопризматический облик с хорошо развитым вертикальным поясом граней интенсивно иштрихованных. Средний размер кристаллов по удлинению составляет 2 мм. Цвет стально-серый, блеск сильный металлический. Химический состав фридрихита (мас.%): Cu 8.18; Pb 28.62; Bi 45.92; Se 0.07; S 16.89; сумма 99.68 хорошо рассчитывается на кристаллохимическую формулу $Cu_5Pb_5Bi_7S_{18}$, несколько отклоняясь в сторону линдстремита.

Фридрихит тесно ассоциирует с Ag-Zn-тетраэдритом. В зоне окисления замещается вторичными желтовато-бурыми глиноподобными минералами висмута.

Линдстремит

Линдстремит образует ксеноморфные выделения в кварце и пирите, развиваясь обычно по трещинам. Тесно ассоциирует с хаммаритом, купропавонитом, Си-бенжаменитом, ходрушитом. В контакте с ходрушитом белый. В контакте с Си-бенжаменитом обладает желтоватым оттенком. Химический состав минерала (мас.%): Cu 7.25; Pb 21.45; Bi 54.02; Te 0.11; S 16.83; сумма 99.74.

Хаммарит

Хаммарит образует ксеноморфные выделения в кварце и пирите, развиваясь обычно по трещинам. Тесно ассоциирует с линдстремитом, купропавонитом, Си-бенжаменитом, обладает желтоватым оттенком. Оптически не отличим от линдстремита. Химический состав (мас.%): Cu 8.53; Pb 25.79; Bi 49.05; Te 0.08; S 16.02; сумма 99.56.

Ходрушит

Ходрушит образует ксеноморфные выделения размером до 0,5 мм в кварце. Тесно ассоциирует с Си-бенжаменитом, линдстремитом, реже купропавонитом. По составу можно выделить две разновидности ходрушита: содержащий свинец (Ag 1.89; Cu 12.74; Bi 62.66; Pb 4.57; Te 0.21; Se 0.07; S 19.15; сумма 101.32) и не содержащий свинец (Ag 1.72; Cu 12.99; Bi 66.67; Te 0.18; Se 0.02; S 19.11; сумма 100.69). В отраженном свете обладает отчетливым коричневатым оттенком, из всех минералов, находящихся с ним в ассоциации, самый темный в отраженном свете.

Андорит*

Андорит обнаружен Р.С.Куруленко и другими (1986) в образце галенита из Шарташского карьера, в котором образует ламелли длиной до 1 мкм, в структуре распада твердого раствора и определен методом реплик с микродифракцией по основным линиям: 3.7; 3.2; 2.7; 1.9; 1.4 А. Эти же значения с основными линиями: 3.74 (5); 3.45 (60); 3.29 (20)

2.81 (20); 2.36 (3); 2.27 (2); 2.16 (10); 2.06 (80) зафиксированы рентгенографически. Требуется повторной находки и подтверждения.

Бенжаменит

Бенжаменит слагает кристаллы до 2 мм в кварце, чаще образует тесные сростания галенитом. В отраженном свете белый напоминает галенит. На контакте с галенитом имеет отчетливый голубоватый оттенок. Явно анизотропен. Состав минерала (мас.%): Ag 5.81; Cu 5.24; Bi 67.73; Pb 1.37; Te 0.72; S 18.38; сумма 100,34.

Си-бенжаменит

Си-бенжаменит тесно ассоциирует с линдстремитом, хаммаритом, ходрушитом, купропавонитом. Купропавонит иногда присутствует в виде lamелей в матрице Си-бенжаменита. В отраженном свете не отличим от бенжаменита и купропавонита. Состав минерала (мас.%): Ag 10.68; Cu 2.72; Bi 52.11; Pb 16.62; Se 0.23; S 17.98; сумма 100,34.

Купропавонит

Купропавонит образует ксеноморфные выделения размером до 0,5 мм в кварце. Тесно ассоциирует с линдстремитом, ходрушитом, Си-бенжаменитом. В последнем наблюдался в виде lamелей распада твердого раствора. Содержит примеси Te, Sb. В отраженном свете в контакте с ходрушитом и линдстремитом обладает голубоватым оттенком. Состав купропавонита (мас.%): Ag 4.01; Cu 8.67; Pb 7.29; Bi 61.66; Te 0.31; S 18.48; сумма 100.43.

Муммеит*

Отражательная способность минерала близка к галениту, в отраженном свете белый, в контакте с галенитом имеет голубоватый оттенок. Анизотропен. Состав минерала (Ag 11.68; Cu 4.00; Pb 15.3; Bi 48.34; Se 0.23; S 16.49; сумма 96.07) хорошо пересчитывается на формулу муммеита.

Крукесит*

Крукесит предполагается Р.С.Куруленко и другими (1986) вместе с андоритом в продуктах распада галенита из сульфидно-кварцевых жил Шарташского карьера. Предположение основывается на рентгенограмме смеси изучаемого минерала с андоритом и галенитом по линиям, не принадлежащим ни к галениту, ни к андориту: 3.30 (10); 2.61 (4); 2.32 (10); 2.43 (3); 1.83 (2), которые совпадают с наиболее интенсивными линиями крукесита. Требуется подтверждения.

Алтаит

Алтаит один из наиболее поздних минералов сульфидно-кварцевых жил, развит в агрегатах тетраэдрита, галенита, бурнонита, нередко рядом с самородным золотом. Алтаит образует мелкие (0,0п мм) выделения неправильной формы. Отражение высокое, значительно выше галенита. Имеет зеленоватый оттенок. Изотропен. Оптические свойства минерала отвечают эталонным. Химический состав алтаита (мас.%): Pb 59.23; Ag 0.20; Hg 0.16; Bi 0.83; Sb 0.21; Te 38.10; сумма 98.73.

Тетрадимит

Тетрадимит образует мелкие до 0,1 мм пластинчатые выделения в агрегатах галенита и тетраэдрита, располагаясь вдоль их границ, а также нарастает на Си-Bi-сульфосоли. В отраженном свете обладает отчетливым кремовым оттенком. Химический состав (мас.%): Cu 0.10; Ag 0.11; Hg 0.22; Bi 56.76; S 4.62; Se 0.11; Te 36.43; сумма 98.35.

3. Оксиды и гидроксиды

Хромит

Хромит в качестве акцессорного минерала встречен в дайках спессартитов. Он образует мелкие идиоморфные кристаллики 0,01-0,1 мм, расположенные в реликтах оливина, а также вблизи него, заключенные в амфиболе, который замещает оливин по реакции $Ol+Pl=Amf+Sp$. Также хромит рассеян в основной массе породы. Как правило,

хромит не образует самостоятельных зерен, а образует промежуточные зоны между магнезиохромитом и хроммагнетитом. Состав хромита (мас.%): TiO_2 0.80; Al_2O_3 13.42; Cr_2O_3 36.51; Fe_2O_3 15.15; FeO 27.65; MnO 2.41; ZnO 2.85; NiO 0.20; сумма 100.20.

Магнезиохромит

Магнезиохромит совместно с другими шпинелидами встречен в дайке спессартита (Спиридонов и др., 1997). Он образует ядра и включения в оливине. Состав магнезиохромита (мас.%): TiO_2 0.54; Al_2O_3 16.59; Cr_2O_3 42.34; Fe_2O_3 10.39; FeO 19.49; MnO 0.33; ZnO 0.09; NiO 0.08; сумма 99.69.

Герцинит

Микрозондовый анализ минерала, отвечающий герциниту приведен в работе Э.М.Спиридонова и др. (1997) среди прочих шпинелидов обнаруженных в дайке спессартита из Шарташского карьера. Его состав (мас.%): TiO_2 0.83; Al_2O_3 16.09; Cr_2O_3 37.77; Fe_2O_3 12.55; FeO 25.65; MnO 1.30; ZnO 0.85; сумма 99.88

Магнетит

Магнетит встречается в виде акцессорного минерала в гранитоидах массива, где образует отдельные идиоморфные или субидиоморфные зерна размером не более 1 мм, заключенные в биотит или другие породообразующие минерала гранитов. Состав магнетита близок к стехиометрическому. Среди элементов-примесей отмечены: TiO_2 0.56%; V_2O_5 0,23%; Cr_2O_3 0,15%. Кроме гранитов магнетит встречается в редких скарнированных ксенолитах, где, находясь в ассоциации с карбонатом и эпидотом, образует хорошо ограненные октаэдрические кристаллы размером до 2 мм.

Хроммагнетит в ультрамафических лампрофирах образует идиоморфные кристаллы (до 0,2 мм) октаэдрической формы, заключенные в порфириновых вкрапленниках Ti -флогопита и оливина. Средний химический состав (мас.%): TiO_2 3.26; Al_2O_3 7.88; Cr_2O_3 23.58; Fe_2O_3 35.78; FeO 25.11; MnO 0.58; MgO 1.47; ZnO 5.96. Состав хроммагнетита из даек спессартитов по данным Э.М.Спиридонова и др. (1997) следующий (мас.%): TiO_2 0.83; Al_2O_3 5.34; Cr_2O_3 20.19; Fe_2O_3 40.90; FeO 29.40; MnO 1.71; ZnO 2.12; NiO 0.12; CoO 0.16; сумма 100.85.

Гематит

Гематит в количестве 3% образует выделения (до 1,5 мм) неправильной формы в основной массе даек ультрамафических лампрофиров. Его образование связано с постмагматической перекристаллизацией стекла. Находится в ассоциации с доломитом, пиритом. Гематит подтвержден рентгенографическими и оптическими методами.

Гетит

Зоны развития кварцевых жил, вскрытые в каменных карьерах, можно наблюдать по типичному бурому или желто-бурому цвету железных охр, выделяющихся на сером фоне вмещающих гранитов. Гетит и гидрогетит слагают как непосредственно псевдоморфозы по пириту, так и отдельные корки, порошковатые агрегаты - охры по трещинам жильного кварца, гумбеитов, гранитов. Проведенный анализ таких охр, заполняющих трещины, показал значительные примеси меди до 10 кг на тонну и незначительное количество цинка, свинца, серебра.

Рутил

Рутил встречается в различных породах: гранитоидах, лампрофирах, гумбеитах, эйситах, пегматитах, кварцевых жилах. В некоторых гранодиоритах он образует сагенитовые решетки в биотите, вследствие распада первичного более титанистого биотита. В ультрамафических лампрофирах рутил замещает какой-то первичный титанистый минерал, имеющий шестигранные очертания, возможно, ильменит. В околорудных метасоматитах и кварцевых жилах рутил встречается в виде отдельных длиннопризматических кристаллов черного, темно-красного цветов. В пегматитах - образует кристаллы и закономерные сростки достигающие 1 см. Цвет черный, просвечи-

вающий в тонких сколах красным. Блеск сильный, полуметаллический. В амазонитовых пегматитах рутилы характеризуются повышенными концентрациями Nb и Ta. Там же выделяется две цветовых разновидности рутилов: красный, замещающий ильменит и светло-желтый, ассоциирующий с мусковитом. Состав красного рутила (мас.%): TiO₂ 93.65; FeO 3.23; Nb₂O₅ 2.13; Ta₂O₅ 0.15; сумма 99.16, а желтого: TiO₂ 94.69; FeO 2.43; Nb₂O₅ 2.68; сумма 99.80.

W-рутил определен С.В.Филимоновым (2000) в образце гумбеита, предоставленного Б.В.Чесноковым. Он образовывал длиннопризматические до игольчатых кристаллы до 1-2 мм в агрегате карбоната. С рутилом местами ассоциируют мелкие выделения фосфата иттрия, предположительно, ксенотима. Цвет рутила в образце красновато-черный, блеск полуметаллический. По составу кристаллы рутила зональны. Внутренние зоны обогащены WO₃ до 4,2%, FeO и Fe₂O₃ до 3.1%. Средний состав вольфрамрутила (мас.%) TiO₂ 92.56; WO₃ 4.01; Fe₂O₃ 1.86; FeO 1.24; сумма 99.66. По данным качественного микроспектрального анализа в рутиле содержатся небольшие примеси Nb и Ta. В отраженном свете рутил серый с сильным двуотражением и анизотропией. С увеличением содержания W и Fe отражение рутила возрастает.

Ильменорутил

Ильменорутил встречается в амазонитовых пегматитах. Его кристаллы (до 1,5 мм) интенсивно исштрихованы вдоль удлинения, вследствие чего, грани имеют занозистую поверхность. Преобладают призмы $m\{110\}$, $a\{100\}$ и дипирамида $s\{111\}$. Часто встречаются двойники и тройники. Кристаллы имеют черный цвет и сильный полуметаллический блеск. Для ильменорутила характерно зональное строение, выраженное в регрессивном изменении концентраций Nb от центра к краю. Состав центральной зоны (мас.%): TiO₂ 54.22; FeO 23.75; MnO 0.45; Nb₂O₅ 19.73; Ta₂O₅ 1.71; Zr₂O₅ 0.18 сумма 100.04; каймы: TiO₂ 61.83; FeO 20.99; MnO 0.40; Nb₂O₅ 13.23; Ta₂O₅ 2.69; Zr₂O₅ 0.16 сумма 99.30.

Ильменит

Ильменит в пегматитах тесно сростается с магнетитом, пиритом, ильменорутилом. Он образует выделения неправильной или листообразной формы, достигающие 1 см в диаметре при толщине 0,5 мм. Цвет черный, блеск металлический. При процессах грейзенизации легко лейкоксенизируется, замещаясь агрегатом рутила, магнетита, пирита. Состав ильменита (мас.%): TiO₂ 46.33; FeO 36.27; MnO 17.14; Nb₂O₅ 0.5; сумма 100.24.

Ловеренгит-сенаит*

Минерал ряда ловеренгит-сенаит обнаружен в амазонитовых пегматитах. Форма выделений минерала: мелкие не более 1 мм по удлинению одиночные призматические кристаллы или лучистые сростки смоляно-черного цвета. Кристаллы плохо оформлены и окружены, как правило, лейкоксеновой рубашкой светло-желтого, бурого цвета. Грани кристаллов матовые, неровные, выпуклые с многочисленными "наплывами", формами растворения; ребра закруглены, что обусловлено увеличением объема минерала вследствие радиоактивного распада и разрушения кристаллической структуры. Минерал метамиктный, очень хрупкий, просвечивает в тонких сколах желтовато-бурым, излом раковистый. Твердость около 4. Рентгеноструктурные исследования с применением метода прокалывания показали, что минерал обнаруживает структуру близкую к таковой минералов группы давидита-кричтонита, причем наиболее близкое соответствие наблюдается с прокаленным давидитом и сенаитом. Изучение химического состава минерала показало значительный недостаток суммы порядка 30%, который обусловлен метамиктным состоянием вещества и вхождением в минерал воды. Состав минерала (мас.%): CaO 5,5-7,3; PbO 1,5-11,5; Na₂O 0,9-1,0; K₂O 0,1-0,3; Ce₂O₃ 1-2; FeO 1,5-2; MgO 0,3-0,5; MnO 0,1-0,5; TiO₂ 37-50; Nb₂O₅ 1,5-8; Ta₂O₅ 1,8-2,6; Zr₂O₅ 0,2-0,8; характеризуется широкими вариациями крупноионных катионов (Pb), входящих в группу А в совокупной

формуле давидита ($AB_{21}O_{36}$) и относительно стабильным составом группы В (Ti, Nb, Ta, Zr). Недостаток суммы приходится на группу А, что, по-видимому, является следствием выноса таких подвижных элементов как щелочи, Th, U, редкие земли. По химическому составу и данным рентгеноструктурного анализа исследуемый минерал можно сопоставлять с изоморфным рядом ловеренгита-сенаита. В пегматитах минерал ассоциирует с ниобийсодержащим ильменитом и ильменорутилом.

Кварц

Жильный кварц имеет зернистую или друзовую структуру, молочно-белую, дымчатую окраску, в разной степени прозрачен. Некоторые жилы характеризуются наличием множества друзовых полостей самых различных размеров, порой достигающих трех кубометров. Кварц из полостей представлен крупными 3-30 см, хорошо ограненными кристаллами и друзами. Огранка кристаллов стандартная, наиболее распространены следующие простые формы: $m\{1010\}$; $r\{1011\}$; $h\{0111\}$; реже $s\{1121\}$; $x\{5161\}$. При формировании друзовых полостей в неспокойном тектоническом режиме на их дне можно наблюдать скопление регенерированных осколков кварца, имеющих порой причудливые формы: листоватые, пластинчатые, псевдооктаэдрические, уплощенные или вытянутые по различным кристаллографическим направлениям, но, как правило, по $[1011]$.

Кристаллы кварца бесцветны или имеют дымчатый до темно-дымчатого цвет, с внешними зонами из бесцветного хрустала. Молочно-белая окраска обусловлена множеством газово-жидких включений. Кристаллы обладают цветовой зональностью по призме и секториальным распределением окраски по ромбоэдрам. Достаточно часто в кристаллах наблюдаются включения тетраэдрита, реже иглы менегинита, ромбоэдры кальцита и кристаллы пирита, располагающиеся по зонам роста.

Аметист в Шарташском массиве впервые отмечен М.О. Клером. Он встречается в розовых пегматитах карьера БЗСК, где образует кристаллы до 3 см в центральных блоковых и друзовых полостях жил. В полостях совместно с аметистом встречается и обычный дымчатый кварц, кристаллы мусковита, кальцит, цеолиты, пирит.

Халцедон

Халцедон встречается в качестве минерала зоны окисления сульфидно-кварцевых жил, где выполняет стенки друзовых полостей, нарастая на кристаллы кварца, развивается по трещинкам жильного кварца, замещает пироморфит, кальцит. Цвет халцедона светло-желтоватый, редко до красно-бурого.

Агаты встречаются по восточному побережью озера Шарташ в форме окатанных галек, валунов размерами от первых сантиметров до двух десятков. Цвет агатов выполнен в красно-бурых тонах, отвечая сардерам и сердоликам. Рисунок очень тонкий, хотя встречаются и простые халцедоны. Агаты редко просвечивают в тонких пластинах, в основном они сложены непрозрачными слоями кремнезема замутненного глинистыми и охристыми частицами. Часто в агатах имеются полости, инкрустированные мелкими кристаллами кварца. Своим происхождением агаты обязаны корам выветривания серпентинитов, располагающихся в северном контакте с Шарташской интрузией.

Биндгеймит

Биндгеймит широко распространен в зоне окисления сульфидно-кварцевых жил, формируя, либо глиноподобные агрегаты желтого цвета, замещающие бурнонит, либо "сухари" охряно-желтого, грязно-зеленого цвета, развивающиеся по блеклой руде. Биндгеймит определен по данным инфракрасной спектроскопии и рентгеноструктурного анализа.

4. Вольфраматы

Шеелит

Шеелит в сульфидно-кварцевых жилах представлен несколькими морфологическими разновидностями: 1) мелкие (1-7 мм) изометричные дипирамидальные кристаллы оранжевого, бурого или желтого цвета с простыми формами $e\{101\}$; $o\{111\}$ (рис.7); 2) шестоватые кристаллы буровато-желтого цвета длиной до 1,5 см; 3) прожилки тонкозернистого агрегата шеелит-кальцитового состава.

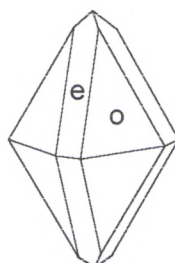


Рис. 7. Кристалл шеелита из Шарташского карьера.

Состав шеелита (мас.%): CaO 19.12-18.80; FeO 0.05; WO_4 81.37-80.77. Спектральным анализом установлены примеси: Fe, Zn, As, Sb, Cu, Ba, La, V, Ti, Be, Y, Mo, Mn менее 0,01% Al, Pb, Si 0,001-0,1%. Люминисценция голубая. Шеелит ассоциирует с пиритом, кальцитом.

Штольцит*

Штольцит обнаружен на поверхности кварцевых глыб Кузнецовского золото-вольфрамового рудопроявления. Он образует тонкие корочки, реже псевдооктаэдрические кристаллы (рис.8) до 0,8 мм в микропустотах выщелачивания шеелита в жильном кварце. Штольцит огранен тетрагональными дипирамидами - $e\{102\}$, $v\{112\}$ и тетрагональной призмой $m\{110\}$.

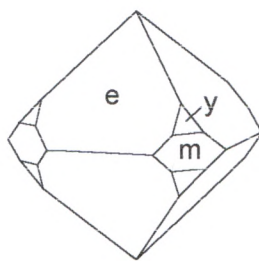


Рис. 8. Кристалл штольцита из Кузнецовского рудопроявления.

Цвет красно-оранжевый. Спайность не совершенная, излом раковистый, хрупкий. Блеск жирный до алмазного. Находится в ассоциации с вокеленитом и пироморфитом. Требуется подтверждения.

5. Силикаты

Оливин

Оливин упоминается Э.М.Спиридоновым (1997) в качестве реликтового минерала в дайках спессартитов Шарташского карьера.

Гранат

Альмандин-спессартиновый гранат развит в качестве аксессуория в амазонитовых пегматитах, где образует редкие, но крупные до первых сантиметров псевдографические выделения среди аплитовой матрицы или одиночные кристаллы до 4 мм в блочном пег-

матите. Цвет красно-оранжевый до красного. Состав граната (мас.%): SiO₂ 35.10; TiO₂ 0.37; Al₂O₃ 18.00; FeO 9.43; MnO 30.70; MgO 0.18; CaO 3.55; сумма 97.40.

Гроссуляр-андрадитовый гранат встречается в скарнированных ксенолитах вмещающих пород, захваченных гранитами Шарташского интрузива. Гранат имеет светло-оранжевую до красно-оранжевой окраску, неправильную форму, тесно ассоциирует с эпидотом, кальцитом, пироксеном.

Эпидот

Эпидот магматического генезиса образует идиоморфные кристаллы зонального строения с ядрами ортита, находящийся в ассоциации с биотитом или образующий самостоятельные зерна в основной массе гранитов. Цвет эпидота бледно-зеленоватый, плеохроизм от светло-желтого до светло-зеленого. Размер зерен 0,1-0,5 мм. Вторичный эпидот в виде мелких неправильных зерен и идиоморфных кристалликов встречается в тесной ассоциации с мусковитом и образуется при сосюритизации плагиоклаза.

Ортит

Ортит пегматитов образует редкие таблитчатые кристаллы (до 1 см) смоляно-черного цвета, имеющие метамиктную структуру и находящиеся в бурой “рубашке”, сложенной монтмориллонитом с примесью гидроокислов и окислов железа. В гранитах ортит слагает ядра кристаллов эпидота или самостоятельные кристаллы с хорошо выраженной зональностью. Цвет в проходящем свете светло-желтый, желто-бурый, до оранжево-бурого.

Ti манганортит встречен в дайках ультрамафических лампрофиров, где образует таблитчатые с хорошо выраженной спайностью вдоль удлинения кристаллы, размером не более 0,3 мм. Минерал тесно ассоциирует со сфеном и монацитом, располагаясь в лейкократовых “глазках” среди основной массы лампрофиров. Цвет Ti манганортита красно-бурый, плеохроирует от красно-фиолетового до желтого. Состав ортита (мас.%): SiO₂ 31.72; TiO₂ 1.51; Al₂O₃ 14.52; FeO 14.41; MnO 1.25; MgO 1.08; CaO 10.09; Na₂O 0.76; Ce₂O₃ 11.33; La₂O₃ 7.46; сумма 94.13.

Диопсид

Пироксен находится в тесной ассоциации с гранатом в скарнированных ксенолитах. Размер зерен не превышает 1 мм, форма призматическая с четкими кристаллографическими очертаниями. В шлифах бесцветен, по оптическим характеристикам отвечает диопсиду.

Эденит

Эденит является аксессуарным минералом гранитов. Он встречается в виде удлиненных призматических кристаллов зеленого цвета, включенных в плагиоклаз или кварц. Плеохроизм от зеленого с синеватым оттенком по Ng до светло-зеленого, желтоватого по Np. Состав амфибола соответствует обыкновенной роговой обманке (мас.%): SiO₂ 42.80; TiO₂ 0.84; Al₂O₃ 8.52; FeO 17.62; MgO 12.83; CaO 10.61; Na₂O 1.42; K₂O 0.68; H₂O 1.6; F 0.32; Cl 0.01; сумма 97.25.

Феррорихтерит

Феррорихтерит встречен в дайках ультрамафических лампрофиров. Он образует реакционные оторочки на контактах даек с гранитами, а также входит в состав псевдоморфоз по вкрапленникам оливина. Форма выделений амфибола – параллельно-волоконистые агрегаты (до 5 мм мощностью) и отдельные игольчатые кристаллы (до 1 мм), снопы, развитые в массе доломита и кварца, замещающих оливин. Цвет феррорихтерита синий. Оптические характеристики близки рибекиту, тем не менее, минерал характеризуется выдержанным химическим составом (мас.%): SiO₂ 55.15; TiO₂ 0.30; Al₂O₃ 0.59; FeO 18.92; MnO 0.16; MgO 10.29; CaO 5.40; Na₂O 6.38; K₂O 0.17; сумма 97.35, соответствующим феррорихтериту.

Слюды ряда флогопит-аннит

Хромсодержащий Ti-флогопит образует ядра вкрапленников флогопита в ультрамафических лампрофирах, а *титанистый феррофлогопит* слагает каймы вкрапленников и микролиты в основной массе лампрофиров. Вкрапленники слюды обладают ритмичной зональностью, хорошо заметной в проходящем свете. Число зон варьирует от 2 до 4. Зональность выражена в падении от центра к краю содержания титана, магния, хрома, бария и роста железа, марганца. Ядро вкрапленника имеет медово-желтый цвет, кайма - бурый. Состав центральной части вкрапленников (мас.%): SiO₂ 38.70; TiO₂ 5.46; Al₂O₃ 15.62; Cr₂O₃ 1.10; FeO 6.96; MgO 20.01; MnO 0.10; Na₂O 0.04; K₂O 9.28; BaO 1.20; сумма 96.47. Слюда в основной массе (мас.%): SiO₂ 38.55; TiO₂ 5.15; Al₂O₃ 14.74; FeO 13.67; MgO 14.10; MnO 0.16; Na₂O 0.07; K₂O 9.41; BaO 1.00; сумма 96.19.

Магнезиальный аннит является одним из главных породообразующих минералов гранитов Шарташского массива. Он распределен в породе равномерно в виде отдельных пластинок размером до 3 мм. Ориентированное расположение чешуек слюды придает гранитам гнейсовидный облик. Слюда содержит многочисленные включения сфена, апатита, циркона и плеохроирует от темно-зеленого по Ng до светло-желтого по Np. Состав минерала (мас.%): SiO₂ 36.85; TiO₂ 2.10; Al₂O₃ 14.89; Fe₂O₃ 5.19; FeO 16.36; MnO 0.37; MgO 10.93; CaO 0.24; Na₂O 0.29; K₂O 8.84; H₂O 2.66; Cl 0.04; F 0.79; сумма 99.54. В гранитных пегматитах биотит образует крупные лейсты до 5 см в длину, по составу отличающиеся несколько повышенным содержанием марганца (до 1,5%).

Мусковит

Мусковит является распространенным минералом, встречается в гранитах, пегматитах и околорудных метасоматитах (гумбеиты, эйситы). В пегматитах мусковит образует крупные кристаллы до 2 см, среди которых можно выделить несколько генераций: ранний мусковит зеленовато-коричневого, светло-коричневого цвета по своему химическому составу отвечает пикроферрофенгит-мусковиту (SiO₂ 46.98; TiO₂ 0.50; Al₂O₃ 30.18; FeO 5.83; MgO 1.86; CaO 0.05; Na₂O 0.35; K₂O 10.55; сумма 96.29) и бесцветный поздний мусковит, соответствующий пикромусковиту (SiO₂ 45.66; TiO₂ 0.70; Al₂O₃ 36.10; FeO 0.79; MgO 2.69; CaO 0.07; Na₂O 0.37; K₂O 9.41; сумма 95.78). Мусковит в гумбеитах образует мелкие бесцветные или светло зеленые чешуйки не более 1 мм, рассеянные в основной массе породы или образующие скопления на месте биотита и плагиоклаза замещенного гранита. По составу слюда варьирует от пикрофенгит-мусковита (SiO₂ 48.83; TiO₂ 0.28; Al₂O₃ 33.53; FeO 0.75; MgO 1.39; K₂O 11.17; H₂O 4.05; сумма 100.00) до феррофенгита (SiO₂ 48.64; TiO₂ 1.09; Al₂O₃ 26.30; FeO 5.83; MgO 2.32; K₂O 10.77; H₂O 4.63; сумма 99.57). По новой классификации Ридера (Rider et al, 1998) все перечисленные слюды относятся к мусковиту с небольшими отклонениями в сторону алюмоселадонита.

Тальк

Тальк, образующий тонкочешуйчатый агрегат, входит в состав псевдоморфоз по вкрапленникам оливина ультрамафических лампрофиров. Состав талька близок к стехиометрическому.

Хлорит

Хлорит является поздним гидротермальным минералом, выполняющим совместно с цеолитами, гематитом трещины скалывания в гранитах. Он образует микрочешуйчатые агрегаты темно-зеленого цвета. Точнее не диагностирован.

Монтморилонит

Монтморилонит широко развит в поздних гидротермальных жилах с флюоритом. Он образует глиноподобные массы белого цвета с желтоватым оттенком. Подтвержден рентгенографически. Монтморилонит с аномальными межплоскостными расстояниями найдет в миаролах, нарастающим на кристаллы кальцита в сульфидно-кварцевых жилах,

связанных с фацией доломитовых гумбеитов. Минерал образует корки, сложенные хаотичными пучками, “ёжиками” бурого цвета, не превышающими 2 мм. Минерал требует дополнительного рентгеноструктурного и химического изучения.

Плагиоклаз

Плагиоклаз в гранитоидах представлен отдельными идиоморфными кристаллами олигоклаз-андезина или гломеропорфиrowыми сростками из 2-7 индивидов. По характеру зональности выделяются кристаллы с прямой, обратной и повторяющейся (осциллярной) зональностью. В кристаллах с прямой зональностью состав ядер соответствует An_{26-32} , внешних кайм An_{27-28} до An_{5-10} (Куруленко, 1979). В кристаллах с обратной зональностью ядра сложены An_{25-26} , внешние каймы An_{27-30} . В кристаллах с осциллярной зональностью более основной состав образует самые узкие зоны. Ширина зон в кристаллах с прямой зональностью составляет 0,005-0,70 мм, с обратной - 0,01-0,27 мм. Число зон достигает семи в крупнозернистых гранитах, девяти - в среднезернистых и пятнадцати в мелкозернистых. Альбит образует отдельные хорошо ограненные кристаллы и сростки в друзовых полостях пегматитов и эйситов. Размер короткопризматических кристаллов варьирует от 1 до 5 мм. Альбит прозрачен и бесцветен. В амазонитовых пегматитах встречена пластинчатая разность альбита – клевеландит, находящийся в ассоциации с мусковитом и шерлом.

Калиевый полевой шпат

Калиевый полевой шпат – один из главных породообразующих минералов гранитоидов, гумбеитов, встречается он и в лампрофирах. В гранитах калишпат (решетчатый микроклин) слагает совместно с кварцем интерстиции, а также образует порфиrowые вкрапленники таблитчатой формы размером до 3 см. Он содержит пойкилитовые вростки плагиоклаза, кварца, биотита, карбоната и других минералов, отражающих иногда зональную структуру кристаллов калишпата. Содержание пертитовых вростков альбита составляет до 10% от объема.

В пегматитах встречаются хорошо ограненные кристаллы размером до нескольких сантиметров. Цвет микроклина розовый, реже светло-желтоватый или зеленый (амазонит).

Амазонит образует короткопризматические кристаллы размером от 1 до 6 см, окрашенные в нежный зеленовато-голубой цвет и имеющие максимальную интенсивность окраски в друзовых полостях пегматитов. Строение кристаллов зональное, выраженное в изменении цвета от центра к краю от белого или слабо-розоватого до зелено-голубого с постепенными переходами. Причем мощность окрашенной зоны составляет от первых миллиметров до 15 мм. Микроскопические наблюдения показывают, что к краям кристаллов параллельно с усилением в них амазонитовой окраски уменьшается количество пертитовых вростков альбита, что связано с началом процесса альбитизации.

Шабазит

Шабазит встречен в пегматоидных жилах Шарташского массива в качестве наиболее позднего минерала, отлагающегося в миаролах, где формирует кристаллы красно-бурого цвета. Кристаллы обладают псевдокубическим обликом с гранями $\{1011\}$, часто имеющими блочную структуру. Очень хрупок, с ясной спайностью, твердость 4,5, излом раковистый. Красно-буроватый цвет является ложным, т.к. обусловлен сорбцией окислов железа по трещинкам. В не трещиноватых участках шабазит бесцветен. Подтвержден рентгенограммой.

Совместно с шабазитом в полостях встречаются кристаллы микроклина, альбита, мусковита, кварца, пирит и кальцит.

Десмин образует тонкие кристаллические корки совместно с хлоритом, выполняющие тектонические трещины в гранитах, пленки и отдельные кристаллы, развивающиеся по трещинам в кварце и околорудных метасоматитах, а также часто встре-

чается в пегматитовых миаролах, где образует снопы, сферролиты диаметром до 2 см. Цвет десмина желто-оранжевый, гораздо реже бесцветный.

Циркон

Циркон пегматитов образует кристаллы не более 5 мм, имеющие простую огранку $\{100\}$, $\{111\}$ и метамиктное состояние. Цвет варьирует от светло- до темно-бурого и от бледно-желтого до зеленого, причем последний концентрируется в графической зоне амазонитового пегматита. Рентгенографическое изучение метамиктного циркона бурой окраски показало наличие линий собственно циркона, гематита, монтмориллонита и возможно микролита. Циркон гранитов представлен мелкими бесцветными или с желтоватым оттенком длиннопризматическими кристалликами не более 0,5 мм.

Сфен

Сфен в гранитоидах образует кристаллы ромбовидной формы (до 4 мм), содержащие часто включения рудного минерала. Помимо единичных кристаллов, располагающихся в виде включений в различных порообразующих минералах: плагиоклазе, калишпате, биотите, встречаются и сростки, состоящие из нескольких (2-4) индивидов, а также резорбированные зерна. Цвет минерала коричневато-оранжевый, блеск сильный, стеклянный. Вторичные изменения сфена, связанные с процессами метасоматического преобразования гранитов, приводят к образованию лейкоксена. Аксессуарный сфен ультрамафических лампрофиров характеризуется короткопризматической формой и желтой окраской.

Турмалин

Турмалин (шерл) встречен в амазонитовых пегматитах в ассоциации с мусковитом и клевеландитом. Он образует отдельные кристаллы, параллельные сростки, снопы. Размер кристаллов достигает нескольких сантиметров по удлинению при толщине в 2-3 мм. Цвет черный, в тонких сколах просвечивает красным.

6. Карбонаты

Кальцит

Кальцит в сульфидно-кварцевых жилах представлен несколькими генерациями: 1) Белый, светло-серый кальцит, образующий прожилки и гнезда в жильном кварце, а также среди сульфидов. Выделяется вокруг зерен шеелита и в его трещинках (Р.С.Куруленко, 1984), содержит 1,07% FeO и 0,37% MnO. 2) Крупные зональные скаленоэдры (рис.9а), достигающие размера 5 см, с формами: $k\{2131\}$; $p\{1011\}$. Поверхность граней рельефная, часто матовая. Цвет изменяется от центра к периферии кристаллов в следующем порядке: белый, бесцветный, бледно-желтый, желто-зеленый, белый. 3) Мелкие кристаллы (рис.9б) размером до 3 мм, обладающие следующими простыми формами: $\{0112\}$; $t\{2134\}$; $k\{2131\}$; $n\{5382\}$. Грани $\{0112\}$ и $\{2134\}$ матовые. Кристаллы бесцветны, прозрачны. 4) Острые скаленоэдры медово-желтого цвета, содержащие 0,35% FeO и 1,4% MnO (рис.9в). Простые формы: $p\{1011\}$; $k\{2131\}$; $m\{1010\}$. Грани блестящие, за исключением ромбоэдра, на скаленоэдре видна комбинационная штриховка $\{2131\}:\{1011\}$.

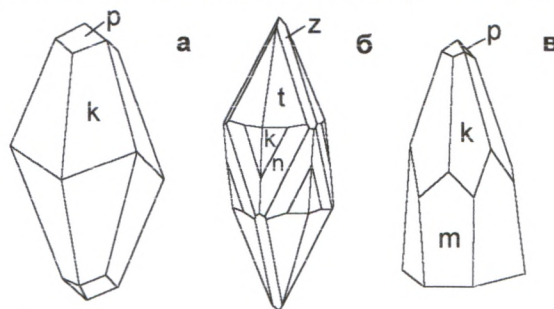


Рис. 9. Кристаллы кальцита из карьера БЗСК.

Кальцит в околорудных метасоматитах (гумбеитах) содержит до 0,8% MgO, 1% FeO и до 3% MnO. Причем от центра к краю концентрации магния, железа падают, а марганца – нарастают.

Доломит

Доломит встречается в виде ксеноморфных выделений (до 2 мм), рассеянных в основной массе гумбеитов и ультрамафических лампрофиров. В последних он образует ромбоэдрические метакристаллы, поглощающие основную ткань лампрофиров, а также слагает микрозернистые псевдоморфозы по оливину. Состав доломита из лампрофиров (мас.%): FeO 1.86; MnO 0.81; MgO 21.16; CaO 28.52; SrO 0.07; CO₂ 47.64; сумма 100.06. Доломит гумбеитов отличается широкими вариациями железа 0,6-7% FeCO₃ и постоянной примесью марганца до 4% MnCO₃.

Анкерит

Анкерит развит в гумбеитах и связанных с ними кварцевых жилах. Он не образует кристаллов, а встречается в виде неправильных выделений до нескольких миллиметров в кварце и пирите. На воздухе со временем окисляется, покрываясь буровой пленкой. В составе анкерита присутствует 17-20% FeCO₃ и 0.3-3% MnCO₃.

Витерит

Витерит развивается в виде тонкой пористой корки на кристаллах барита и образует псевдоморфозы по нему. В свою очередь, витерит обрастает кристаллами кальцита, что говорит о гипогенном образовании данного минерала в условиях смены сульфатного режима на карбонатный позднещелочной стадии. Толщина корок витерита не более 1 мм. Цвет белый, желтоватый, розоватый, непрозрачен. С трудом растворяется в разбавленной HCl, дает качественную реакцию на барий. Подтвержден рентгенографически.

Церуссит

Церуссит представлен тремя морфологическими разновидностями. Наиболее широко распространен белый или серый порошокватый агрегат, покрывающий галенит. Белые кристаллические агрегаты с хорошо выраженной спайностью, напоминающие кальцит, а также мелкие кристаллики выполняют пространство газово-жидких включений и трещин в галените. Размер выделений церуссита достигает 4 мм. Третья разновидность слагает небольшие натечные корочки светло-желтого до медово-желтого цвета, нарастающие на порошокватый церуссит в крупных штуфах галенита. Корочки имеют ритмично-зональное строение и покрыты микроскопическими кристалликами в виде чешуек.

Бисмутит*

Бисмутит широко распространен, замещая минералы группы висмутин-айкинита в сульфидно-кварцевых жилах Кузнецовского рудопроявления в Южно-Шарташском массиве, и не является редкостью в жилах собственно Шарташского массива. Бисмутит образует псевдоморфозы по игольчатым кристаллам сульфидов. Строение псевдоморфоз зональное, выражающееся не только в разном цвете: белом, желтом, зеленом, буром, но и в агрегатном и фазовом составе зон. Например, как правило, внутренняя зона псевдоморфозы сложена микрокристаллическим агрегатом бисмутита зеленовато-желтоватого цвета, а внешняя - землистым агрегатом белого или желтого цветов. Фазовые неоднородности проявлены в наличии минеральных примесей как реликтовых минералов: айкинита, фридрихита, так и гипергенных: церуссита, малахита, ванадинита, вокеленита, гетита. Причем, часто цвет той или иной зоны зависит именно от этих примесей.

7. Фосфаты

Монацит (Ce)

Монацит пегматитов присутствует в виде мелких, не более 1 мм, медово-, соломенно-желтых кристалликов коротко-призматического габитуса. Основные формы на кристаллах: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{011\}$. Монацит из слюдяных ультрамафических пегматитов представлен мелкими (до 0,1 мм) зернами состава (мас.%): FeO 0.72; CaO 0.48; Ce_2O_3 36.46 La_2O_3 22.00; Y_2O_3 0.07; P_2O_5 26.09; сумма 85.82. Недостаток суммы обусловлен не полным замером редких земель и Th.

Апатит

Апатит является аксессуарным минералом гранитоидов и лампрофиров. Он образует рассеянную вкрапленность мелких бесцветных призматических кристалликов, включенных в различные породообразующие минералы. Апатит характеризуется крайне низкими концентрациями хлора 0-0,04% и повышенными - фтора 3-3,5%.

Пироморфит

Пироморфит образует длиннопризматические кристаллы размером от 1-5 мм. Зачастую кристаллы имеют ветереенообразный или конусовидный облик с тупыми окончаниями, покрытыми очень мелкими субиндивидами единого разблокированного кристалла. Иногда кристаллы образуют параллельные сростки, вследствие чего, после разрушения таких образований создается впечатление наличия совершенной спайности по гексогональной призме.

Форма наиболее хорошо сформированных кристаллов достаточно простая (рис.10а): призма $m\{1010\}$, гексагональная дипирамида $x\{1011\}$ и базопинакоид $s\{0001\}$. Грани призмы и пирамиды блестящие со штриховкой вдоль удлинения, грани пинакоида матовые. Кристаллы пироморфита чаще всего бесцветны, либо имеют розовый, буроватый оттенок из-за механической примеси гетита, либо серно-желтоватый из-за примеси плюмбоярозита, а иногда пепельно-серый, возможно, вследствие загрязненности галенитом. Такие кристаллы, как правило, не прозрачны или слабо просвечивающие. Часто кристаллы имеют зональность, выраженную в изменении цвета и прозрачности, как по зонам роста, так и по секторам. Число таких видимых зон может достигать шести. Чаще всего кристаллы имеют следующий тип зональности: сектор в области пинакоида имеет буроватый цвет, а в области призмы - бесцветен. Пироморфит тесно ассоциирует с плюмбоярозитом, разрастаясь в массе последнего и захватывая его частички. В одной из жил наблюдались псевдоморфозы пироморфита по кристаллам кальцита (?) размером около 5 мм (рис.10б).

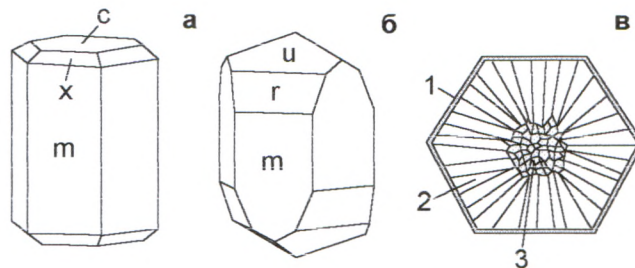


Рис. 10. Кристалл пироморфита (а) из зоны окисления сульфидно-кварцевой жилы, расположенной в 3 км восточнее Шарташского карьера, по дороге на Новосвердловскую ТЭЦ, а также внешний облик (б), и внутреннее строение (в) псевдоморфозы пироморфита по кристаллам кальцита (?). Просматриваются грани тупого $u\{1014\}$ и острого $r\{1011\}$ ромбоэдров, а также гексагональная призма $m\{1011\}$. Во внутреннем строении выделяется халцедоновая оболочка (1), радиальный (2) и параллельно-шестоватый (3) агрегат пироморфита.

Они сложены, как показано на рис.10в, радиальными и шестоватыми агрегатами пироморфита белого цвета, непрозрачными. Поверхность таких псевдоморфоз покрыта халцедоном, образующим футляр. Наблюдались и зональные пироморфит-халцедоновые псевдоморфозы, образованные по кристаллам пироморфита (?).

8. Сульфаты

Барит

Барит в сульфидно-кварцевых жилах образуется одним из последних, выделяясь в виде кристаллов до 1,5 см "брусковидной" формы, вытянутых по оси (b), с простыми формами $\{100\}$; $\{010\}$; $\{001\}$. Поверхность кристаллов барита подвержена растворению и замещается витеритом. Цвет барита светло-серый до бесцветного, тв. 4, спайность совершенная по трем направлениям. Барит подтвержден рентгенографически.

Гипс

Гипс в виде длиннопризматических кристаллов, размер которых не превышает 10 мм по удлинению, образует отдельные пучки, реже сферолиты, нарастающие на горный хрусталь в друзовых полостях или по трещинам жильного кварца. Простые формы, устанавливаемые на кристаллах (рис.11), представлены: пинакоидами – $c\{001\}$, $b\{010\}$ и ромбическими призмами – $m\{110\}$, $o\{-111\}$.

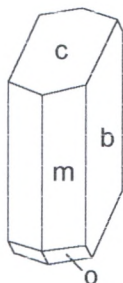


Рис. 11. Кристалл гипса из карьера БЗСК.

Гипсовые кристаллические корки сложены скелетными кристаллами либо хаотично расположенными отдельными индивидами, плотно сцементированными между собой. Встречаются землистые агрегаты. Они покрывают стенки и выполняют трещины отдельности в прилегающих к кварцевым жилам гранитах и гумбеитах. Тесной ассоциации гипса с другими минералами не установлено. Часто на гипсе появляются сезонные выделения голубого халькантита.

Плюмбоярозит

Плюмбоярозит образует землистые, глиноподобные массы серо-желтого цвета с зеленоватым или буроватым оттенком в зоне окисления. Выполняет пустоты в кварцевых жилах, осаждаясь на кристаллы кварца. Тесно ассоциирует с пироморфитом. Подтвержден рентгенографически и данными ИК-спектроскопии.

Халькантит

Халькантит является сезонным минералом и образует натечные выделения, частично растворенные кристаллические корки, волосовидные скрученные кристаллы, отлагаясь на медных сульфидах (бурноните, тетраэдрите) или на гипсовых корочках вблизи скопления сульфидов меди.

9. Арсенаты, ванадаты, хроматы, фториды

Миметезит

Миметезит на Кузнецовском рудопроявлении встречается в полостях выщелачивания сульфидов, образуя агрегаты лучистых кристаллов призматического габита.

туса желтого, желтовато-зеленоватого, травяно-зеленого, бежевого цветов. Размер кристаллов достигает 5 мм по удлинению. Подтвержден ИК-спектроскопией.

Питтицит*

Питтицит встречается в отвалах Кузнецовского рудопоявления, где образует мелкие (до 0,4 мм) сферролиты, похожие на ёжиков (рис.13), реже встречаются одиночные кристаллы и звездчатые сростки. Они хорошо огранены, имеют клиновидный, пластинчатый облик. Цвет бурый. Спайность совершенная вдоль удлинения, удлинение положительное $cNg=0^\circ$. Плеохроизм слабый от медово-бурого по Nr до красновато-бурого по Ng. Минерал требует подтверждения.

Ванадинит

Ванадинит встречается в зоне окисления Кузнецовского рудопоявления. Он покрывает в виде кристаллических корок поверхность кварцевых глыб. Размер кристаллов ванадинита не превышает 1,5 мм, а их форма напоминает бочонки. Цвет минерала красновато-бурый. Ассоциирует с пироморфитом, гетитом.

Вокеленит

Вокеленит встречается в небольших кварцевых пустотках Кузнецовского рудопоявления, где образует кристаллические корки, отдельные кристаллы зеленовато-бурого цвета, просвечивающие в тонких сколах. Кристаллы имеют листоватый облик с блестящими или матовыми, часто изогнутыми гранями. Размер кристаллов достигает 1,5 мм. Под микроскопом вокеленит плеохроирует: от желтовато-коричневого до светло-желтовато-зеленого, $cNg=8^\circ$. Тесно ассоциирует с гетитом. Подтвержден рентгенограммой.

Флюорит

Флюорит встречается в Шарташском карьере, где выполняет систему разрывных нарушений. В крупных трещинах флюорит нарастает на гранитные стенки в виде ритмично слоистых сферролитов размером до 5 мм. Цвет флюорита изменяется от центра к периферии сферролитов от зеленого, светло-сиреневого до темно-фиолетового. Поверхность сферролитов покрыта многочисленными октаэдрическими кристалликами флюорита. В оперяющей системе трещин наблюдаются кристаллические корки, сложенные кубооктаэдрическими кристаллами флюорита бледно-зеленого, бесцветного или сиреневого цветов. Размер кристаллов не превышает 2 мм, а на их поверхности часто наблюдается присыпка пирита. Флюорит ассоциирует с кальцитом, монтморилонитом, пиритом, слагая флюорит-кальцит-монтморилонитовые жилы.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "Интеграция"

Литература

1. Куруленко Р.С. Кварцево-сульфидные жилы в Шарташском адамеллитовом массиве на Среднем Урале // Ежегодник, 1981. ИГиГ УНЦ АН СССР. Свердловск, 1982
2. Куруленко Р.С., Шерстобитова Л.А., Яблонская Л.Д. Об андорите из сульфидно-кварцевых прожилков Шарташского массива на Среднем Урале. // Минералы месторождений Урала. Свердловск, 1987, с. 56-59.
3. Куруленко Р.С., Яблонская Л.Д., Шерстобитова Л.А. Использование меднорудной минерализации для оценки условий образования сульфидно-кварцевых жил Шарташского массива. // Ежегодник-1984. ИГГ УНЦ АН СССР, Свердловск, 1985, с. 89-90.
4. Кутюхин П.И. Свердловское золоторудное месторождение. Свердловск, 1942.
5. Подногин А.К., Юдин И.А. Десмин с Шарташского гранитного массива. // Труды Свердловского горного ин-та им. В.В.Вахрушева. вып. 27. Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала. 1956, с. 145-146.

-
6. Прибавкин С.В., Ерохин Ю.В., Середкин М.В., Кононкова Н.Н. Минералогия сульфидно-кварцевых жил Шарташского массива // Уральская летняя минералогическая школа-96, Екатеринбург 1996, с. 46-55.
 7. Прибавкин С.В. Лампроитоподобные породы в Шарташском массиве // Ежегодник-1996 / ИГГ УрО РАН. Екатеринбург, 1997. с. 76-81.
 8. Прибавкин С.В., Середкин С.В., Кононкова Н.Н. Минералогия ранних кварцевых жил Шарташского массива, Средний Урал. // Уральская летняя минералогическая школа - 97. Екатеринбург, 1997 с. 198-203.
 9. Прибавкин С.В., Ерохин Ю.В. Гидротермальная флюоритовая минерализация в Шарташском тоналит-гранодиоритовом массиве на Среднем Урале. // Металлогения древних и современных океанов-99, Миасс 1999, с. 159-161.
 10. Прибавкин С.В. Фридрихит из Шарташского массива, Средний Урал. // Поляковские чтения-2001. Миасс, 2001 //Уральский Геологический Журнал 2001, №5 (23), с. 155-158.
 11. Прибавкин С.В., Вотяков С.Л., Галахова О.Л., Вилисов В.А., Гуляева Т.Я. Пегматиты с амазонитом из Шарташского гранитного массива. // Ежегодник-2000 / ИГГ УрО РАН. Екатеринбург, 2001. с. 121-124.
 12. Стридонов Э.М., Бакшеев И.А., Середкин М.В., Куруленко Р.С., Прокофьев В.Ю., Устинов В.И., Прибавкин С.В., Филимонов С.В. Гумбеитовая формация Урала. Москва 1997. 100 с.
 12. Стридонов Э.М., Бакшеев И.А., Филимонов С.В. Хромшпинелиды и генезис дозолоторудных спессартитов Березовского рудного поля, Средний Урал. // Магматизм, метаморфизм и глубинное строение Урала : Тезисы докладов VI Уральского петрографического совещания. Екатеринбург: УрО РАНб 1997, 42, С. 228-231.
 13. Филимонов С.В. Первая находка алтаита в Березовском золоторудном поле, Средний Урал. // Уральская летняя минералогическая школа - 98. Екатеринбург, 1998 с. 139.