

## ЧАСТЬ 6. НЕРУДНОЕ СЫРЬЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

---

*Л.Я. Кабанова, М.А. Корекина*

*Южно-Уральский федеральный научный центр  
минералогии и геоэкологии УрО РАН, Институт минералогии, г. Миасс  
maria@mineralogy.ru*

### **Особенности формирования кремнеземного сырья гор Аптечной и Орлова (Средний Урал)**

При возрастающем спросе на высококачественное кремнеземное сырье для нужд строительной, металлургической и других отраслей промышленности актуальной является задача поиска новых перспективных месторождений [Анфилов и др., 2015; Кабанова и др., 2017; Игуменцева и др., 2019; Корекина и др., 2020]. К основным объектам кремнеземного сырья наряду с месторождениями кварца и кварцитов относятся месторождения кварцевых песчаников с высоким содержанием  $\text{SiO}_2$  (до 99.9 мас. %). Песчаники, как правило, образуют пластовые тела разной мощности и протяженности, для них также характерен невыдержанный минеральный состав, обусловленный особенностями их формирования. Следует отметить, что на фоне большого количества публикаций по традиционным объектам кварцевые песчаники до последнего времени остаются слабоизученными.

На Среднем Урале расположены два крупных объекта, сложенные кварцевыми песчаниками с содержанием  $\text{SiO}_2$  96.6–96.8 мас. % [Кармазин, 1935ф]. Они слагают вершины горы Аптечная и горы Орлова, расположенных в окрестностях г. Нижние Серги. Песчаники залегают среди кремнистых пород и имеют нестабильный минеральный состав, что значительно затрудняет их промышленную разработку. Основная цель данной работы – определить минералогический состав кварцевых песчаников гор Аптечной и Орлова, а также установить температурные интервалы их формирования на основе изучения минералогических и термобарогеохимических особенностей.

В геологическом отношении горы Аптечная и Орлова локализируются в пределах Бардымского сегмента Лемвинской структурно-формационной мегазоны, среди пород заставкинской свиты ( $D_2z$ ) [Гаврилова и др., 2008; Иванов, Пучков, 1986]. Породы заставкинской свиты представлены толщей кварцевых песчаников с подчиненными прослоями кремнистых пород. Песчаники слагают вершины гор, наряду с глинистыми сланцами и алевролитами [Легенда..., 1998; Стратиграфические..., 1993].

*Кварцевые песчаники горы Орлова* темно-серого, почти черного, серого, желтовато- и буровато-серого цвета с пятнистыми обособлениями. Участками они сложены халцедоном с незначительной примесью глинистого материала либо – мелкозернистым кварцем с примесью мелких чешуек слюды. В шлифах песчаник характеризуется микро- и мелкозернистой структурой, брекчиевой, местами пористой текстурой. Участки существенно кварцевого состава (кварц 95–98 %, серицит 2–5 %, гематит 1–3 %) сложены мелкими зернами кварца, чешуйками бесцветной слюды и точечными зернами рудного минерала.

В породе иногда присутствуют поры округлой формы, выполненные волокнистым халцедоном и мелкозернистым кварцем. Наряду с порами встречаются округлые и округло-овальные обособления, сходные с порами, но которые в отличие от них имеют зубчатые

ограничения. Это реликты радиолярий, а своеобразные зубчатые выступы – реликты шипов, часто подчеркнутые буровой окраской железистых охр (рис. а). Иногда виден исходный опаловый скелет, но в большинстве случаев он превращен в халцедон. Внутренние полости скелета радиолярий выполнены волокнистым халцедоном, мелкозернистым кварцем (рис. б), иногда гидроксидами Fe. Можно предположить, что радиолярии были однокамерными, если полость скелета выполнена одним минералом, и многокамерными в случае выполнения несколькими минералами. Участки, сложенные халцедоном с небольшим количеством кристобалита, примесью чешуек слюды и рудного вещества, являются реликтами глинисто-кремнистого алевролита. В шлифах отчетливо видны взаимоотношения мелкозернистого кварцевого песчаника и глинисто-кремнистой породы. На границе этих пород кристаллы и зерна кварца нарастают на мелкие зерна-затравки халцедоново-кремнистой породы.

*Кварцевые песчаники горы Аптечной* макроскопически светло-серые, мелкозернистые породы, массивные, часто пятнисто окрашенные с пятнами и прожилково-линзовидными обособлениями более светлых или буровато-коричневых цветов, иногда полосчатые или слоистые. В шлифе порода представляет собой измененный, интенсивно окварцованный песчаник мелкозернистой структуры, массивной, местами пористой текстуры. Количественно-минералогический состав породы: кварц 90–95 об. %, редкие зерна минералов и окатанные обломки пород – 5–10 об. %. Размер флюидных включений не превышает 2–5 мкм. Включений минералов в зернах нет. Пятнистые разности характеризуются присутствием интенсивно гематитизированных участков, в которых зерна кварца корродированы гематит-кварцевым или гематит-кремнистым цементом. Объем цемента переменный: в некоторых случаях количество его увеличивается до 60–65 об. %. Реликтовые зерна интенсивно корродированы, структура в этих местах псевдопорфиновая. Редкие минералы представлены окатанными, часто деформированными зернами эпидота, чешуйками слюды (серицита), редкими зернами циркона и рудных минералов (магнетита и гематита), находящихся обычно в цементе, реже в зернах кварца.

*Кварциты горы Аптечной* светлые, плотные, массивные породы, тонко- мелкозернистые, иногда со слабовыраженной полосчатостью, местами косой, по-видимому, являющейся реликтовой слоистостью исходной породы. Прослеживается последовательность преобразования песчаника в кварцит, когда отдельные реликтовые зерна исходной породы находятся в мелкозернистой основной ткани, формируя псевдопорфиробластовую структуру. В процессе интенсивного окварцевания порода становится однородной и состоит из преобладающих

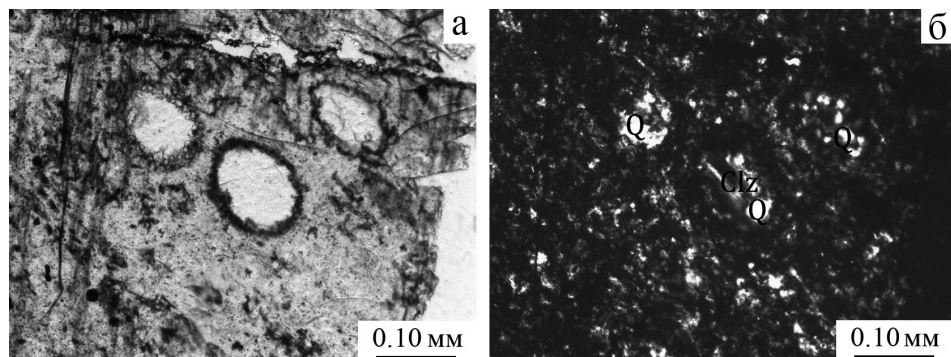


Рис. Кварцевый песчаник: а) реликты радиолярий в кварцевой части брекчии; б) выполнение внутренних полостей радиолярий волокнистым халцедоном или кварцем. Фото шлифов: а – без анализатора; б – с анализатором.

мелких зерен новообразованного кварца. В пустотах и полостях содержится переменное количество гематита.

Для оценки температур образования пород были проанализированы флюидные включения в плоскополированных пластинах толщиной 0.5–0.8 мм. Термометрические измерения выполнены в термокамере TMS-600 (Linkam) с программным обеспечением LinkSystem 32 DV-NC и оптическим микроскопом Olympus BX51, позволяющей производить измерения температур фазовых переходов в интервале от –196 до +600 °С (Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе, аналитик Н.К. Никандрова). Точность измерений составляет  $\pm 0.1$  °С в интервале температур от –20 до +80 °С и  $\pm 1$  °С – за пределами этого интервала.

В кварцевых песчаниках и кварцитах присутствуют двухфазные первично-вторичные флюидные включения размером 2–5, редко 10 мкм. Флюидные включения овальной, округлой формы, реже удлиненные, угловатые, образующие ленточные скопления и поля. Газовая вакуоль не превышает 40 % объема включения. Температуры гомогенизации включений из кварца кварцевых песчаников горы Орлова составляют 259–155 °С ( $n = 25$ , в жидкую фазу), кварцевых песчаников горы Аптечной – 275–100 °С ( $n = 19$ ), кварцитов горы Аптечной – 311–153 °С ( $n = 20$ ).

Породы горы Орлова представляют собой брекчированные песчаники, возникшие в процессе диагенеза и последующего преобразования глинисто-кремнистых алевролитов под воздействием растворов, содержащих Si и Fe. Реликты радиолярий, полости которых выполнены кремнистым материалом (халцедоном и мелкозернистым кварцем), иногда гематитом, и присутствие многочисленных жил кварцевого и гематит-кварцевого состава подтверждают этот вывод. Температуры образования песчаников соответствуют стадии диагенеза.

Кварцевые песчаники горы Аптечной образовались за счет кремнисто-глинистых алевролитов и аркозовых песчаников в процессе гидротермальной проработки, т. е. в процессе диагенеза органогенных радиоляриевых кремнистых пород и кремнистых осадков, в то время как тонко- мелкозернистые кварциты являются вторичными образованиями, возникшими в результате метаморфических преобразований кварцевых песчаников. Более высокие температуры гомогенизации флюидных включений, чем на горе Орлова, обусловлены дополнительным внешним прогревом пород.

*Авторы выражают благодарность Н.К. Никандровой за проведение аналитических работ.*

## Литература

Анфилогов В.Н., Кабанова Л.Я., Игуменцева М.А., Никандрова Н.К., Лебедев А.С. Геологическое строение, петрография и минералогия месторождения кварцитов Бурал-Сарьдаг (Восточный Саян) // Разведка и охрана недр. 2015. № 7. С. 18–23.

Гаврилова С.П., Успенская Е.А., Градовский И.Ф., Малютин С.А. Силурийский вулканизм Бардымской структурно-формационной зоны (Средний Урал) // Известия высших учебных заведений «Геология и разведка». 2008. № 3. С. 14–21.

Иванов К.С., Пучков В.Н. Новые данные по геологии палеозоя Европейского склона Урала. Формирование земной коры Урала. М.: Наука, 1986. 248 с.

Игуменцева М.А., Кабанова Л.Я., Анфилогов В.Н., Штенберг М.В., Блинов И.А., Рыжков В.М. Кварцевые обособления в сланцах и амфиболитах Восточно-Уфалейской зоны как источник кварцевого сырья (Южный Урал) // Литосфера. 2019. Т. 19. № 4. С. 588–597.

Кабанова Л.Я., Анфилогов В.Н., Игуменцева М.А. Петрографические особенности кварцитов хребта Алабия как возможный источник кварцевого сырья // Разведка и охрана недр. 2017. № 1. С. 19–25.

Кармазин И.Д. Отчет по морфологическому и минералого-петрографическому изучению месторождений кварцитов Урала. Урал НИГРИ. Свердловск, 1935ф. 76 с.

Корекина М.А., Кабанова Л.Я., Рыжков В.М., Зайнуллина Р.Т. Монокварциты месторождения Бурал-Сарьдаг как источник для получения высокочистых кварцевых стекол // Минералы: строение, свойства, методы исследования. 2020. № 11. С. 137–138.

Легенда Среднеуральской серии Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000. (Составили тему В.В. Шалагинов, В.В. Стефановский) Екатеринбург, 1998.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой), принятые IV Уральским стратиграфическим совещанием. Екатеринбург, 1993.

*Л.А. Ахматова*

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург  
natali-kis.kis@mail.ru*

### **Зональные кристаллы рубина и розового сапфира из амфиболитов Алабашского проявления на Среднем Урале** (научный руководитель – д.г.-м.н. А.Ю. Кисин)

Участок Алабашка располагается в северо-западной внутренней части Мурзинского массива на площади хорошо известного Алабашского пегматитового поля. Площадь участка сложена амфиболитами, амфиболитовыми и биотитовыми гнейсами, кварц-биотитовыми сланцами, прорванными многочисленными дайками гранитов и пегматитов [Кисин, Коротеев, 2017]. В делювиально-аллювиальных россыпях Нижнеалабашского лога благородный корунд имеет различное происхождение и различные источники, установление которых возможно по типоморфным признакам (внешний вид, химический состав и включения). В связи с этим изучение типоморфных признаков корунда из различных источников необходимо для их использования при производстве поисково-оценочных работ [Ахматова, 2020а, б]. Анализы розовых сапфиров и рубинов выполнены в ЦКП «Геоаналитик» Института геологии и геохимии УрО РАН (аналитик Н.С. Чебыкин). Химический состав рубинов и минеральных включений в них изучался с помощью СЭМ JeolJSM-6390LV с ЭДС X-Мах фирмы Oxford Instruments при ускоряющем напряжении 20 кВ, и эмиссионном токе 85 мкА, рабочее расстояние 10 мм.

Рубины, встречающиеся в амфиболитах, можно разделить на две основные группы, различные по интенсивности окраски, прозрачности и включениям. Для первой группы характерна зональная окраска от ярко-розового до малиново-красного цвета, низкая прозрачность, обусловленная большим количеством включений паргасита и герцинита размером до 1 мм (рис. 1). В подавляющем большинстве зерен красным цветом окрашена именно центральная часть.

Во второй группе розовые сапфиры ярко-розового цвета с фиолетовым оттенком, розово-сиреневого, иногда почти серо-розового цвета. Часто не имеют включений, замутнены по причине сильной трещиноватости. Для обеих групп форма кристаллов неправильная, таблитчатая, с плохо выраженными гранями и закругленными ребрами. Редко развиты грани пинакоида. Характерна сильная кавернозность, что объясняется их скелетным, футлярным ростом. Также одним из основных дефектов рубина из амфиболитов являются трещины отдельности, образовавшиеся в результате механических деформаций. В длинноволновом ультрафиолетовом свете рубины хорошо люминесцируют ярко-красным цветом [Ахматова, 2020а, б].