

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КВАРЦ-АНГИДРИТОВЫХ АГРЕГАТОВ В ДОЛОМИТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАЗАНСКОГО ЯРУСА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С. П. Главатских¹, Л. В. Леонова¹, Э. А. Королёв², А. А. Галеев²

¹ – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург,
glavatskih.stepan@gmail.com; lvleonova@yandex.ru

² – Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, edik.korolev@ksu.ru

Отложения казанского яруса в пределах Республики Татарстан представлены преимущественно биохемогенно-осадочными доломитами, к которым приурочены первичные и вторичные (переотложенные) образования минералов двуокиси кремния. На ранних стадиях диагенеза, не без активности микробиальных сообществ [Леонова и др., 2009], формировались стратиформные дискретные пластовые и караваеобразные кремневые обособления серого и черного цвета, опал-доломитовые образования со скорлуповатым строением (рис. 1а). По этим первичным коллекторам двуокиси кремния на некоторых участках развиты переотложенные минералы, такие как серый халцедон и агат, горный хрусталь (рис. 1б), аметист и молочно-белый кварц. Так, исследователи в разное время отмечали локальные изменения доломитовых толщ, связанные с внедрением углеводород-флюидных растворов по зонам разломов, приуроченным к брахиантуклинальным поднятиям (Сюкеевское, Камско-Устьинское, Красновидовское, Верхнеуслонское, Свияжское и др.) [Геология Приказанского района, 2007; Королёв и др., 2009].

Наличие агата, аметиста и горного хрусталя в биохемогенно-осадочных доломитах само по себе представляет интерес, однако и так называемые молочно-белые кварцы оказались с сюрпризом. В виде друз и идиоморфных кристаллов они всегда ассоциируют с гипсовыми пропластками или гнездами в доломитах (рис. 2а, б), причем гипс часто перекристаллизован до гигантозернистого, а окраска изменена от первоначально белой до коричневой, зеленой и черной.

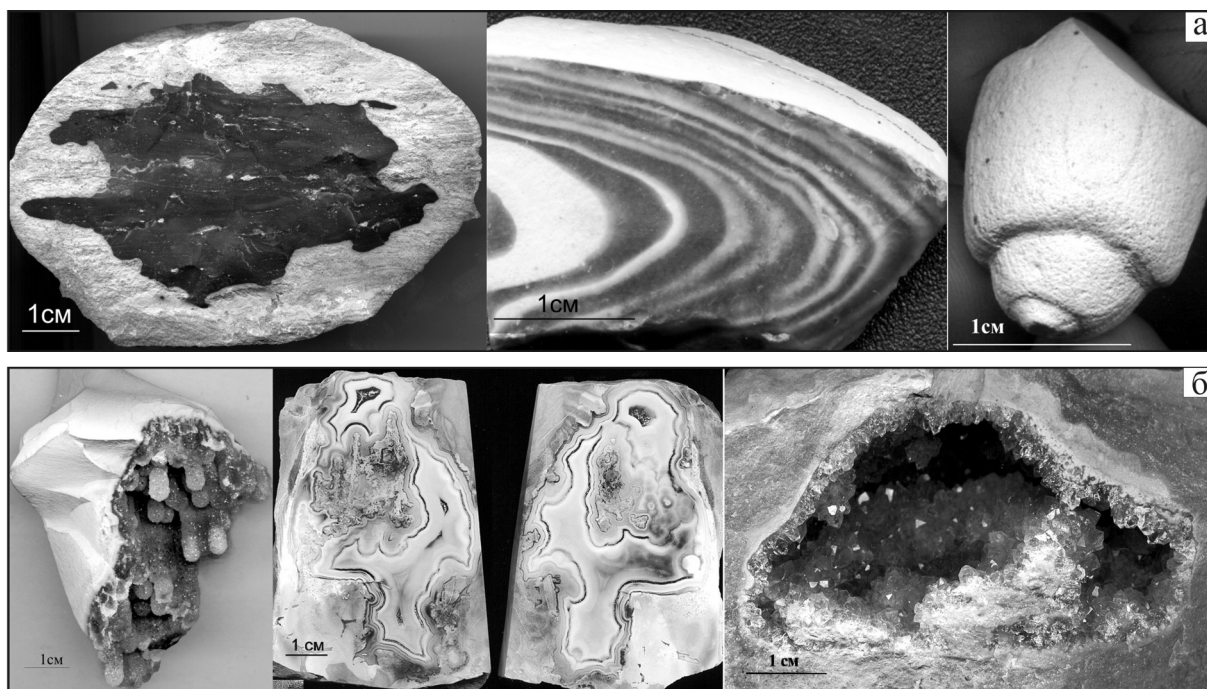


Рис. 1. Первичные (раннедиагенетические) и вторичные (переотложенные) образования минералов двуокиси кремния в верхнепермских биохемогенно-осадочных доломитах среднего Поволжья: а – стратиформные кремневые обособления и опал-доломитовые образования со скорлуповатым строением; б – переотложенные минералы: халцедон, агат и горный хрусталь.

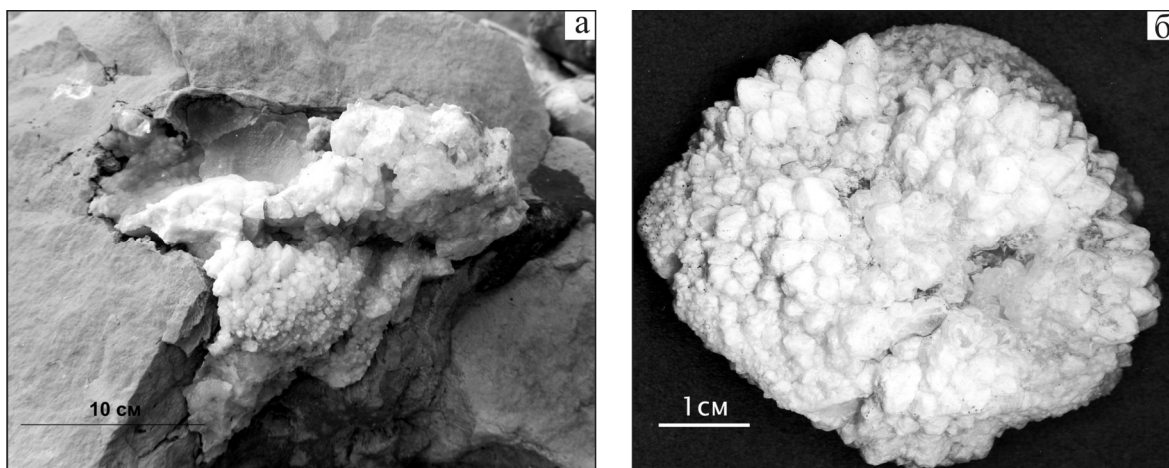


Рис. 2. Образования молочно-белого кварца: а – гнездо гипса в доломите с кварц-ангидритовой друзой; б – сферолит.

Для изучения этой разновидности кварца была специально подобрана рабочая коллекция, в которую входили крупные (до 1 см), хорошо ограненные кристаллы с различной степенью прозрачности, а также мелкие (до 1 мм) агрегаты и сопутствующий им халцедон. Детальное изучение этих объектов, кроме традиционного оптического микроскопа, осуществлялось с помощью следующих физических методов: порошковой рентгеновской дифрактометрии (установка ДРОН-2.0), сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL), а также электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) (спектрометр ЭПР-ПС100.Х с рабочей частотой 9.272 ГГц). Работы выполнялись на кафедре минералогии и лаборатории физики минералов Казанского (Приволжского) федерального университета и в лаборатории физических и химических методов исследования института геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург).

Так, по данным рентгенографического анализа во всех молочно-белых кристаллах кварца и друзовых агрегатах фиксируется примесь ангидрита, проявляющегося на спектрах в виде диагностических рефлексов $d_{200} = 3.490 \text{ \AA}$; $d_{102} = 2.851 \text{ \AA}$; $d_{122} = 2.209 \text{ \AA}$. Судя по интенсивности пика $d_{200} = 3.490 \text{ \AA}$, содержание минерала варьирует в пределах 5–10 % от массы навески. Учитывая окраску кварца, указывающую на наличие в нем ростовых дефектов, было проведено исследование субкристаллической структуры отдельных кристаллов SiO_2 . Для большей информативности специфика мозаичного строения минералов изучалась на выборке, представленной кристаллами кварца с различным содержанием ангидрита. Измерение областей когерентного рассеяния (ОКР) показало, что все кварцевые кристаллы характеризуются относительно низкой степенью кристалличности. Их средний размер ОКР находится в пределах 28.0–36.0 нм. Причем в пробах наблюдается четкая тенденция увеличения размеров блоков в субкристаллической структуре кварца с уменьшением относительного содержания в нем ангидрита.

Учитывая эту зависимость, можно предположить, что именно включения CaSO_4 определяют степень дефектности кварцевых кристаллов. Поскольку плотность микронапряжений в структуре кварца задается включениями ангидритовых агрегатов, следует ожидать, как следствие закономерного роста индивидов CaSO_4 на гранях формирующихся кварцевых кристаллов, закономерного их расположения в кварцевой матрице. Являясь механической примесью, ангидрит деформировал структурный мотив кварцевой решетки, создавая предпосылки для зарождения линейно вытянутых дефектов и образования блочной субструктуры. Не случайно наблюдается корреляция между средними размерами ОКР кристаллов кварца и содержанием в них ангидритовой примеси. Исходя из выше сказанного, можно утверждать, что микровключения ангидрита образуют относительно тонкие плёночки, локализованные между границами субкристаллических блоков в кварцевых индивидах.

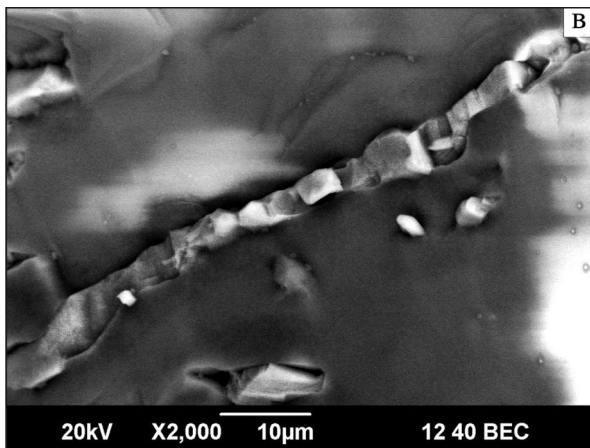
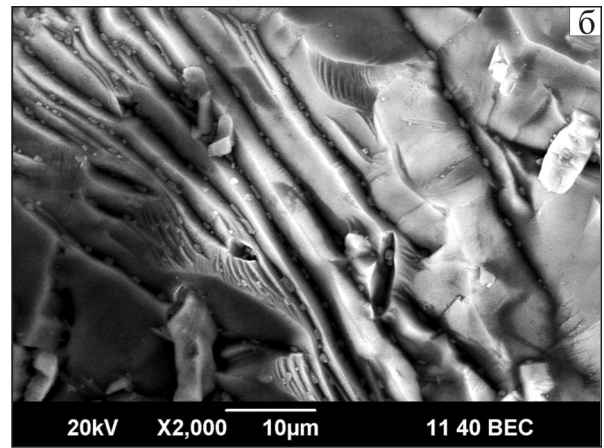
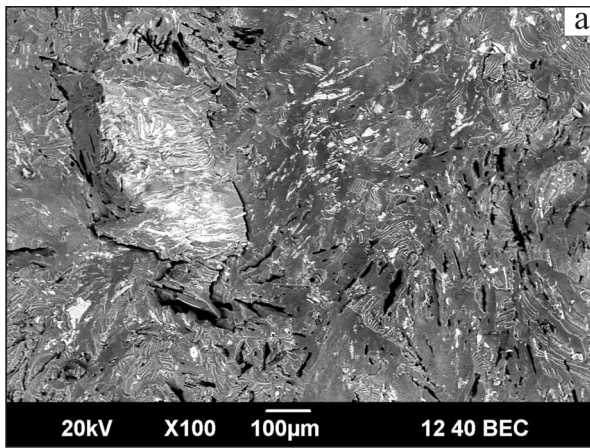


Рис. 3. Микрофотографии кристалла ангидрит-кварцевой ассоциации: а – видна специфично-полосчатая структурировка и линейно вытянутые полости; б, в – относительно крупные удлиненные кристаллы и пленки ангидрита, локализованные между границами субкристаллических блоков.

Для проверки этой гипотезы кристаллы молочно-белого кварца были исследованы с помощью оптического- и электронного сканирующего микроскопа. В шлифах под оптическим микроскопом видно, что зерна ангидрита в кварце образуют волокнистые выделения, ориентированные параллельно друг другу или веерообразно. На микрофотографиях, полученных с помощью электронного сканирующего микроскопа наблюдается специфично-полосчатая структурировка изучаемых кристаллов, а также линейно вытянутые полости (рис. 3а). При увеличении $\times 500$ и более ($\times 2,000$) в кварцевой матрице видны как относительно крупные удлиненные кристаллы ангидрита, так и тонкие плёночки, локализованные между границами субкристаллических блоков (рис. 3 б, в).



На спектрах ЭПР в области радикалов изучаемых кварцев отчетливо фиксируются сигналы ангидрита, а также характерные для кварца радиационные центры – E' (рис. 4), возникающие под влиянием ионизирующей радиации окружающей среды в момент роста кристаллов [Лютюев, 2004].

Таким образом, с помощью трёх различных физических методов исследования было установлено не только присутствие ангидрита в кристаллах кварца, но и плёночное его расположение. Специфика взаимоотношений минералов свидетельствует об одновременном выпадении их из раствора, что свойственно скорее для гидротермальных, нежели осадочных систем. А следы перекристаллизации и изменение окраски первично-осадочных гипсов, к которым приурочены объекты исследований, также указывают на наложенный характер этого процесса, очевидно связанный с внедрением и пропиткой изучаемых толщ газо-флюидными растворами. Следовательно, кроме научного интереса, наличие кристаллов ангидрит-кварцевой ассоциации может служить поисковым признаком путей миграции ископаемых углеводородов.

Литература

Геология Приказанского района. Путеводитель по полигонам учебных геологических практик. Научный редактор *А. И. Шевелев*. Казань: ЗАО «Новое знание», 2007. 208 с.

Королев Э. А., Леонова Л. В., Галеев А. А., Бариева Э. Р. Следы синседиментационных подводных высачиваний глубинных флюидов в отложениях верхнеказанского подъяруса (правобережье реки Волги) // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ. Материалы II Всеросс. науч. конференц. Казань, 2009. С. 247–250.

Леонова Л. В., Галеев А. А., Хузин И. А., Королев Э. А. Биоминеральные образования в верхнепермских породах (Республика Татарстан) // Материалы III Российского совещания по органической минералогии с международным участием. Сыктывкар, 2009. С. 120–123.

Лютюев В. П. Структура и спектроскопия халцедона. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 116 с.