

МОРФОЛОГИЯ КРЕМНИСТЫХ ТЕЛ
В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ ПОДМОСКОВЬЯ И ИХ ГЕНЕЗИС

Многочисленные новообразования кремнезема представляют собой одну из характерных черт развитых в Московской области карбонатных пород. В статье показаны особенности строения кремневых желваков и существенно кварцевых жезд и некоторые основные моменты длительной истории развития этих образований.

Кремни. Кремни пользуются широчайшим распространением в подмосковных известняках в виде конкреционных тел различных размеров. Конкреции кремня образуют скопления, тяготеющие к определенным литологическим горизонтам. Часто они связаны с более рыхлыми прослоями в известняках, с горизонтами, резко обогащенными остатками ископаемой фауны. Примером могут служить обнажения голутвинского карьера, где в плотных белых известняках наблюдались конкреции кремня, приуроченные к тонкому прослою известняка, рыхлого вследствие обилия раковин брахиопод и других окаменелых органических остатков. Конкреции черного кремня распространялись в известняке по обе стороны от прослоя, образуя линзовидные тела (рис. 1).

Часто наблюдаются горизонты, настолько изобилующие кремневыми конкрециями, что последние, сливаясь, образуют собственно кремневые прослой или цельные плоские конкреции — плиты по несколько квадратных метров площадью. В небольшом карьере, заложенном в глинах и известняках нижнего карбона у дер. Дракино (на юге области близ г. Серпухова), наблюдался случай приуроченности кремневых конкреций к пропластку известняка, непосредственно покрывающему водоносный горизонт тонкослоистого мергеля. Конкреции развиваются в известняке по направлению от водоносного горизонта, давая характерные полусферические или каплевидные формы (рис. 2).

Нередки случаи захвата конкрециями кремня ксенолитов вмещающего известняка. Как показали наблюдения, это имеет место при разрастании первично единой конкреции двумя фронтами, между которыми остается нетронутый участок известняка. Ксенолит известняка возникает при захвате этого участка конкрецией путем последующего объединения, срастания обоих фронтов.

Аналогичные ксенолиты могут возникнуть и в участке смыкания двух конкреций. На горском карьере (Озерский район) конкреции кремня развиты в известняках, где имеются рыхлые, менее плотные, чем сам известняк, участки и стяжения (обычно это мергель). Здесь мы наблюдаем резкую избирательность замещения кремнями исходной породы. Кремневые тела, достигающие нескольких метров в поперечнике, нацело замещают плотный известняк, избегая рыхлые участки, которые, таким образом, охватываются кремневой конкрецией, становясь ксенолитами (рис. 3).

Окремнение в пределах пластов непостоянной плотности идет прежде в самых плотных областях и оказывается там наиболее интенсивным.

В ксенолитах известняк редко остается неизменен. Чаще он подвергается интенсивным изменениям: захваченный участок известняка рассекается многочисленными трещинами, подобно тому, как это происходит с усыхающим куском глины, вещество его растворяется и выносятся с

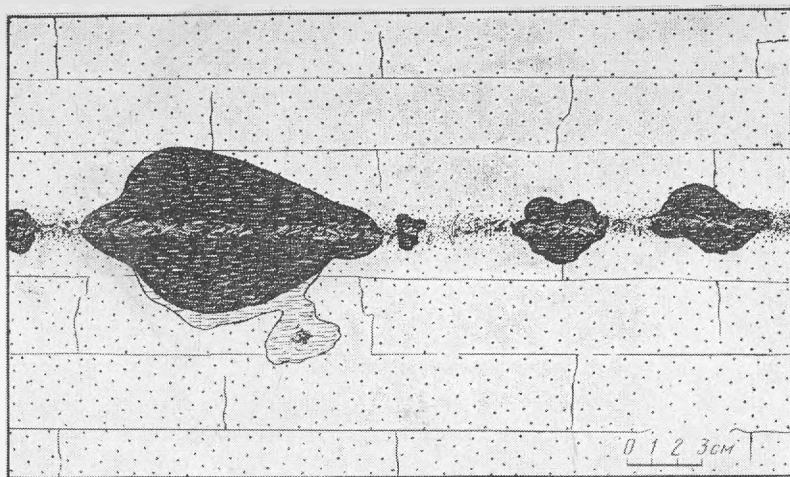


Рис. 1. Конкреции черного кремня, приуроченные к рыхлому прослою известняка, обогащенному остатками ископаемой фауны

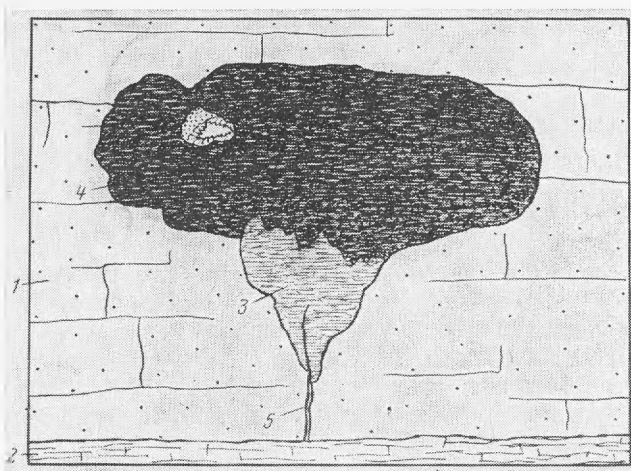


Рис. 2. Каплевидная конкреция кремня

1 — известняк; 2 — водоносный горизонт тонкослоистого мергеля; 3 — светло-серый кремень; 4 — черный кремень; 5 — трещина. Включение в черном кремне — реликт известняка, содержащий полость, инкрустированную кварцем

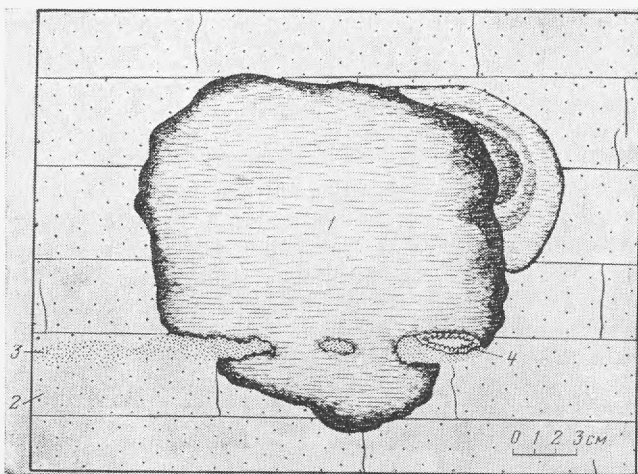


Рис. 3. Конкреция кремня, развившаяся в неоднородном известняке

1 — кремень; 2 — плотный известняк, 3 — рыхлый мергелистый известняк; 4 — полость, инкрустированная кварцем

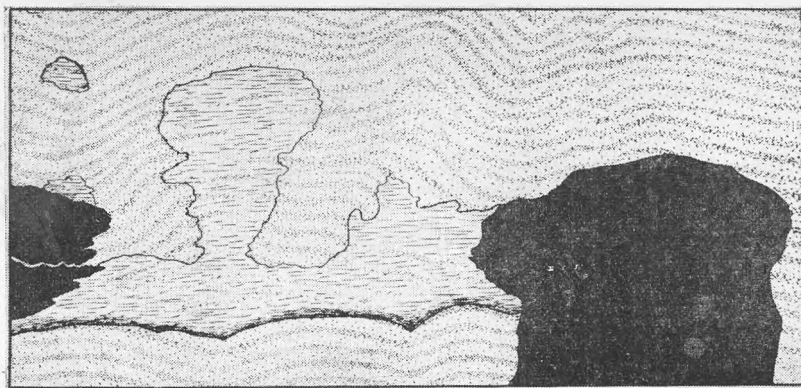


Рис. 4. Две генерации кремневых конкреций в тонкопосластчатом известняке. Натуральная величина.

образованием на его месте пустот, на стенках которых позднее обычно отлагаются друзовые корки кварца и кальцита. Аналогичные изменения часто наблюдаются в известняке, непосредственно примыкающем ко внешней поверхности конкреций.

С участками интенсивного окремнения часто связаны многочисленные кварцевые и агатовые жеоды.

Обычно совместное нахождение кремней нескольких генераций. При этом морфологические взаимоотношения между ранними и более поздними по времени образования конкрециями бывают двойного характера. В одних случаях мы наблюдаем секущие контакты, конкреции поздних генераций развиваются равноценно как по известняку, так и по уже сформировавшимся в нем ранее кремням (рис. 4), ассимилируя последние или захватывая их частично с образованием секущих контактов. В других случаях создается впечатление, что кремни более поздние развиваются как естественное продолжение более ранних конкреций, образуя на них односторонние или полные краевые оторочки, каймы, реже давая самостоятельные ответвления (рис. 1 и 3).

Особенности размещения кремней и взаимоотношения конкреций между собой и с вмещающими породами позволяют говорить об их эпигенетической по отношению к вмещающему известняку природе и рассматривать их как явные метасоматические тела. На это указывают также данные микроскопических исследований кремней (Вишняков, 1953; Смирнов и др., 1969). Микроскопически кремни представляют собой кремнеземистый агрегат зернистого строения, характеризующийся разнообразным минеральным составом.

В связи с этим целесообразно обратиться к идеям Г. Л. Поспелова (1973) о причинах и механизмах образования метасоматических тел, а также рассмотреть принципиально возможные условия роста зернистого агрегата.

Если зернистый агрегат, формирующийся путем роста фиксированных в пространстве кристаллических зерен, имеет резкие внешние границы, то это границы существования благоприятных условий для роста зерен (определенный химический состав, фазовое состояние). Любое перемещение области кристаллизации есть следствие перемещения границ области соответствующих благоприятных условий. Иначе обстоит дело с друзовым агрегатом, где наряду с указанным условием также возможно перемещение внешних границ агрегата за счет роста слагающих его кристаллических зерен, поэтому друзовый агрегат, в отличие от зернистого, может иметь резкие границы, не связанные с границами каких-либо внешних условий, и продвигать их только за счет отложения новых порций вещества.

Таким образом, форма тела, сложенного зернистым агрегатом, никак не может быть обусловлена ростом самого агрегата, а может являться исключительно унаследованной от некоторого существовавшего ранее тела, по которому развился зернистый агрегат. Из условий роста зернистых агрегатов следует, что конкреции кремней, как агрегаты зернистые, никак не могут распространяться в замещающей породе за счет разрастания слагающих их кристаллических зерен, продвигая свои границы, т. е. в буквальном смысле расти. Поскольку, однако, конфигурация конкреций зачастую определенно указывает на их разрастание, естественно допустить предшествовавший окремнению процесс промачивания исходных пород поровыми растворами, распространение которых в породе приводило к образованию увлажненных зон, в пределах которых впоследствии развивалось окремнение.

Представления о развитии в горных породах зон промачивания минерализованными растворами изложены Г. Л. Поспеловым (1963; 1973). Как показал Г. Л. Поспелов, поровые растворы способны давать в пористых средах, каковыми являются любые горные породы, фиксированные области увлажнения, в пределах которых они могут производить интенсивные метасоматические преобразования¹. Под действием поверхностного натяжения граничного слоя области увлажнения стремятся принять форму, близкую к сферической (Поспелов, 1963).

Распространение области увлажнения в средах, различных по своей пористости, происходит с различной скоростью (Поспелов, 1963). В связи с этим фактом показательно то, что форма конкреций кремней чувствительна к малейшим неоднородностям вмещающего их известняка. Отпрепарированная поверхность конкреций, взятых из тонкополосчатых неоднородных известняков, оказывается резко волнистой, отражая структуру известняка. В первом приближении поверхность конкреции фиксирует фронт замещения, в то время как тонкая структура вмещающей породы отражается на деталях поверхности меньшего порядка. Это особенно наглядно проявляется при развитии кремней по колониям концентрически-волнистых водорослей биогерм.

Если процесс промачивания идет медленно, то вследствие известного процесса отсасывания узкими капиллярами раствора из более широких, в первую очередь увлажняется наиболее мелкопористый участок среды (Поспелов, 1963). Этим объясняется развитие кремней прежде всего по наиболее плотным участкам известняка. Следствием наиболее интенсивного замещения плотных участков является и наличие в кремнях «просвечивающих структур» замещаемого известняка в виде теневой полосчатости или пятнистости. Разрастание конкреций фронтом по обе стороны от рыхлых прослоев и трещин, подводящих промачивающие растворы, и обычные для подмосковных кремней случаи экранирования поверхности конкреций отдельными слоями (см. рис. 4) также указывают на первоочередную роль процессов промачивания в формообразовании кремневых тел Подмосковья.

Процесс промачивания находит в подмосковных известняках еще одно характерное проявление. Он выступает опять-таки как первоочередной формообразующий фактор при развитии в известняках карстовых пустот. Пустоты могут находиться как отдельными, подвешенными в известняке, так и образовывать большие группы, контролируемые трещинами или водопроницаемыми прослоями. Пространственное распределение пустот в породе близко отвечает таковому для кремневых конкреций: серии пустот, как правило, приурочены к определенным горизонтам. Так, в некоторых участках голутвинского карьера можно наблюдать чередование горизон-

¹ Метасоматические конкреции амёбовидных очертаний, возникающие, как предполагается, аналогичным путем, описаны на примере коффиинита Ю. М. Дымковым (1973).

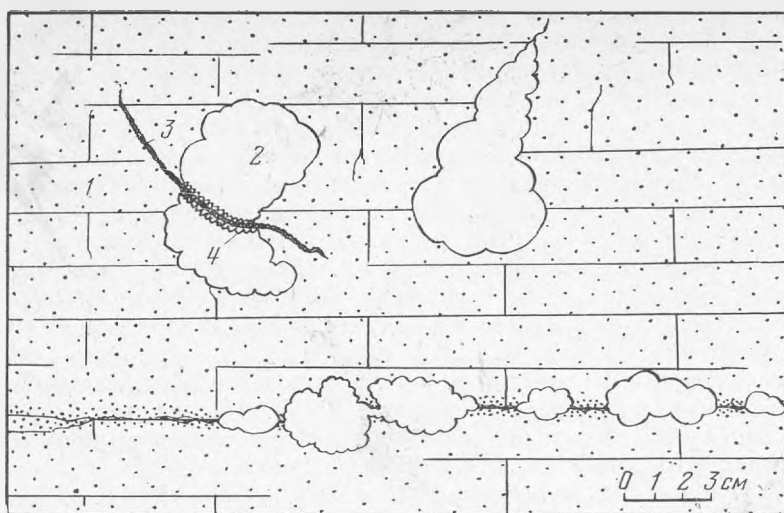


Рис. 5. Карстовые пустоты в известняке

1 — известняк; 2 — полость, 3 — прожилок зернистого кварца; 4 — друзовая корка кварца

тов с пустотами и горизонтов с кремнями. Идентична конкрециям и форма пустот: форме пустоты, если можно так выразиться, отвечают отрицательным конкрециям (рис. 5). Как видно из глубокого сходства в распределении и морфологии кремневых конкреций и пустот, при формировании обоих типов образований поровая миграция растворов первоначально протекала единым образом, но затем в зависимости от местного характера растворов в одном случае в области увлажнения проходил метасоматоз с образованием кремневых конкреций, а в другом — выщелачивание с образованием пустот.

Для кремней характерны так называемые ритмические текстуры (Васильева, 1970), проявляющиеся в полосчатом и концентрически-полосчатом распределении окраски. Состав ритмически чередующихся полос, несмотря на относительное постоянство мотивов рисунка, оказывается в разных конкрециях различным. Часто это первичный рисунок, проявление соответствующего распределения зон более и менее полного замещения известняка кремнеземом или зон, сложенных агрегатом различной зернистости как следствия диффузионных процессов в поровом растворе, отлагавшем кремнезем.

Последующее прокрашивание вторичными минералами, развиваясь по зонам только определенной структуры, подчеркивает их первичный рисунок. Среди первично однородных плотных кремней обычны диффузионные кольца иной природы. Они не являются отражением структуры самого кремнеземистого агрегата, а представляют собой наложенный на кремнезем агрегат окрашенного минерала, как правило гетита или гематита. Кремнезем в данном случае — благоприятная среда для диффузии железистых растворов с последующим отложением в его порах соответствующих минералов. Характерной для подобных наложенных ритмических текстур является конфигурация диффузионных колец вблизи механических трещин в кремне. Это может быть изгибание и резкое изменение толщины колец вблизи трещины, околотрещинное экранирование, а также характерные дифракционные картины. Физико-химическая сущность процессов образования таких картин исследована А. И. Васильевой (1970), в нашем случае они интересны как свидетельство развития ритмических текстур в уже сформировавшемся и успевшем растрескаться кремне.

Кварцевые жеоды. В каменноугольных породах Подмосковья обычны кварцевые жеоды двух разновидностей — кристификационные и метасоматические. Как было показано ранее, метасоматические жеоды формируются путем частичного замещения кремнеземом кальцитовых конкреций и прожилков в породе.

Метасоматическому замещению кремнеземом часто избирательно подвержены различные мономинеральные крупнокристаллические тела — конкреции или прожилки в породе. Метасоматические жеоды аналогичного подмосковным строения обычны в меловых отложениях Таджикистана. В. В. Могаровским (1969) описаны такие жеоды, формирующиеся за счет избирательного замещения кремнеземом целестиновых конкреций. Нами в Южной Исфаре наблюдались частичные и полные псевдоморфозы кремнезема по гипсовым, кальцитовым и целестиновым конкрециям. Исследуя подмосковные кремни, С. Г. Вишняков (1953) обратил внимание на избирательное замещение кремнеземом игл морских ежей, криноидей и раковин брахопод, сложенных, как известно, более крупнокристаллическим, чем известняк, кальцитом.

Замещение кальцитового тела начинается, как правило, от краев, но при этом в общем зернистый агрегат замещается относительно равномерно, как единое целое. Однако в метасоматических кварцевых жеодах из Русавкинских карьеров Московской области встречены агрегаты, своим строением указывающие на замещение первично только определенной части исходного кальцитового тела, отделившейся от остального его объема резкими границами.

Обратимся к рис. 6, а, где изображена сложенная молочно-белым кварцем и красным кварцином жеода, сформировавшаяся путем метасоматического замещения зернистого кальцита. В жеоде четко выделяются три зоны зернистого кварца, разделенные каемками кварцина. В агрегате зернистого кварца имеются бесформенные пустоты, стенки которых сложены метасоматическими друзами короткопризматических кристаллов кварца. Такие пустотки часто содержат зернистый кальцит, возможно, представляющий собой перекристаллизованные реликты первичного карбоната.

Наличие зернистого агрегата говорит о том, что в каждой зоне жеоды кристаллизация кварца идет практически одновременно, не распространяясь при этом за пределы, очерченные кварциновой каймой. Сферолитовая кварциновая кайма нарастает на кристаллы кварца, слагающие краевую часть зернистого агрегата (рис. 6, б). Она в свою очередь резко переходит в маломощную зонку шестоватого кварца, сменяющуюся затем зернистым агрегатом кварца следующей зоны. Таким образом, изображенные зоны являются последовательными ритмическими образованиями: каждый последующий ритм формируется на предыдущем после завершения формирования метасоматического агрегата кварца в пределах ритма.

Форма зон в подобных жеодах всегда близка к сферической, их границы, резко очерченные каймами кварцина, имеют кольцевую конфигурацию, причем кольца касаются друг друга в одной общей точке, находящейся всегда на границе замещаемого кальцитового тела с окружающей породой и представляющей собой, как правило, сильно окремненный участок неправильных очертаний. Описанная картина отвечает картине прерывистой диффузии жидкости в пористой среде от одного центра питания (Поспелов, 1963).

На данном примере мы вновь сталкиваемся с формами и строением минеральных тел, аналогичными таковым для описанных выше кремней. Несомненно, общими являются и причины их появления. В связи с этим механизм образования описанных агрегатов представляется следующим.

Пропитка исходного кальцитового агрегата диффундирующими растворами от одного центра, вероятнее всего, первично трещины, осуществлялась поэтапно, с продолжительными остановками. Происходивший в период остановки метасоматический рост кварца распространялся, естест-

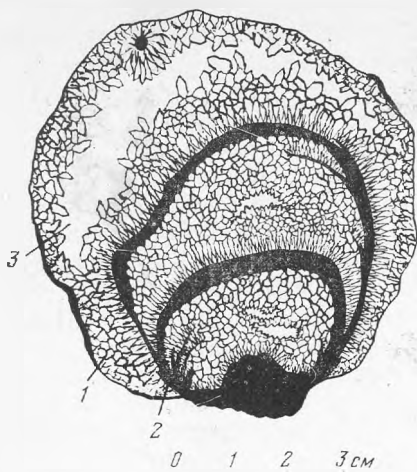
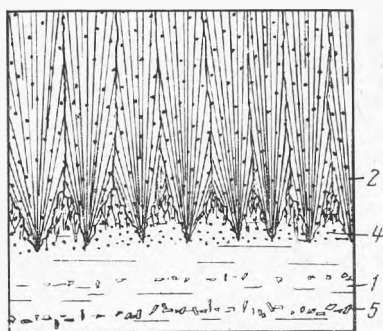
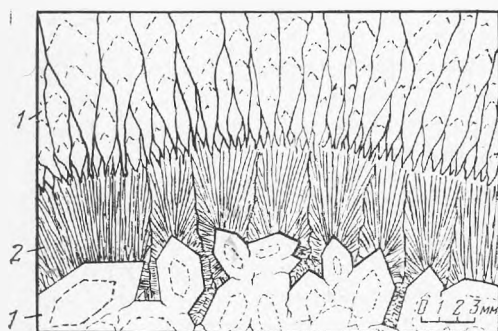


Рис. 6. Метасоматическая кварц-кварциновая жеода

a — крупный план; *б* — фрагмент строения ритма; *в* — фрагмент строения границы кварца с кварцином 1 — молочно-белый кварц; 2 — кварцин; 3 — полость; 4 — включения тонкодисперсных окислов железа; 5 — включения кальцита. Зарисовка полированного среза



венно, только на пропитанную к данному моменту область, в силу известных особенностей явления промачивания (Поспелов, 1963) принимавшую сферические очертания. По окончании метасоматического замещения кварцем кальцита имели место контактирующие зернистые агрегаты кварца и первичного кальцита, разделенные остаточной граничной пленкой раствора кремнезема. Эта граничная пленка раствора, обладая большой адсорбционной способностью (Поспелов, 1973), аккумулировала дисперсные гидроокислы железа. Ввиду поглощения примесей гидроокислов железа кристаллами кварца, продолжающими расти на границе зернистого агрегата из этой пленки, происходит зарождение сферолитов кварца (рис. 6, *в*), которые быстро зарастают кварц, продолжая свой рост за счет питания из пленки.

Дальнейший этап промачивания за счет притока новой порции раствора выражается в резком расширении пленки раствора далее в зернистый кальцит с образованием новой области увлажнения. Реальность предложенного механизма наглядно подтверждается строением двух сообщающихся на незначительном участке жеод, изображенных на рис. 7. Зернистый агрегат кварца почти нацело заполняет одну из жеод, распространяясь в соседнюю жеоду, которую он заполняет лишь частично, образуя в ней тело округлых очертаний. Если исходить из допущения развития метасоматического кварца в пределах области увлажнения поровыми растворами соответствующего состава, то на данном примере мы наблюдаем наглядную картину экранирования фронта промачивания препятствием с огибанием последнего распространяющимся фронтом продвигающегося раствора.

Таким образом, при относительно быстром, скачкообразном разрастании зоны увлажнения возникают увлажненные области, в пределах которых формируется метасоматический зернистый агрегат. В период же медленного (относительно скорости отложения кремнезема) распространения

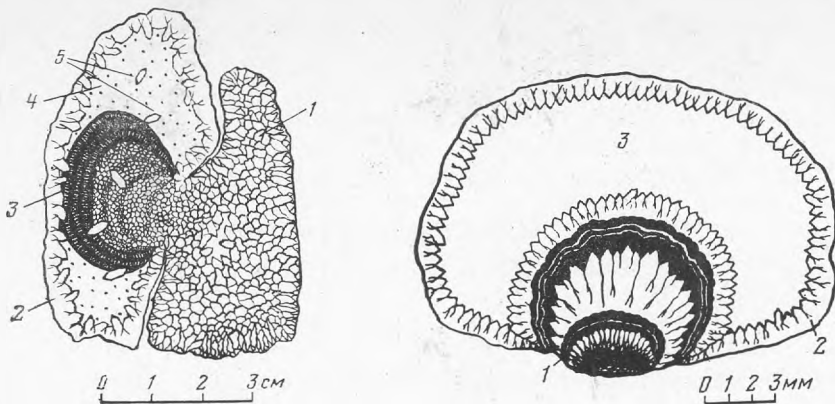


Рис. 7. Строение двух сообщающихся кварцевых жезд:

1 — зернистый кварц; 2 — метасоматическая друзовая корка кварца; 3 — кварцин; 4 — зернистый кальцит; 5 — обособленные метакристаллы кварца

Рис. 8. Агрегат кварца и кварцина ритмического строения в кварцевой жезде

1 — кварцин; 2 — кварц; 3 — полость

промачивающего раствора происходит постепенное наращивание уже имеющихся кристаллических зерен с образованием агрегата друзовой структуры, рост их, по существу, идет из пленки. Если скорости отложения кремнезема и продвижения раствора близки или скорость отложения кремнезема больше на протяжении всего периода кристаллизации, то возникают агрегаты, подобные изображенному на рис. 8. Между агрегатами такого строения и агрегатами типа, изображенного на рис. 6, а, наблюдаются постепенные переходы.

Таким образом, анализ кремневых конкреций и метасоматических кварцевых жезд показал, что при их формировании происходило замещение определенных, заранее подготовленных участков исходной породы, резко индивидуализированных в ней и обладающих специфической округлой формой. Рассмотренные особенности строения агрегатов и их происхождение хорошо объяснимы с позиций Г. Л. Поспелова.

ЛИТЕРАТУРА

- Басильева А. И. Морфогенетические особенности ритмических структур и их роль в выяснении условий рудообразования. «Наука», 1970.
- Вишняков С. Г. Кремнистые образования в карбонатных породах нижнего и среднего карбона северо-западного крыла Подмосковного бассейна. — Изв. АН СССР, серия геол., 1953, № 4.
- Дымков Ю. М. Природа урановой смоляной руды. Атомиздат, 1973.
- Могаровский В. В. Целестиново-кварцевые секреции хребта Джетым-Тау. — Докл. АН ТаджССР, 1969.
- Поспелов Г. Л. О природе границ метасоматических тел и роли гидротермального промачивания при их образовании. — В кн.: Физико-химические проблемы образования горных пород и руд, т. 2. Изд-во АН СССР, 1963.
- Поспелов Г. Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. Новосибирск, «Наука», 1973.
- Слётов В. А. К онтогении жезд кремнезема из каменноугольных отложений Подмосковья. — В кн.: Вопросы генетической минералогии. «Наука», 1976.
- Смирнов Г. А., Федорова Г. Г., Пулепянский А. М. Условия образования кремнистых тел в карбонатных породах. — Литол. и полезн. ископ., 1969, № 3.