

© Д. чл. О. А. СУСТАВОВ

## ЗАРОЖДЕНИЕ И РОСТ ИНДИВИДОВ В ДРУЗАХ РАСЩЕПЛЕННОГО КВАРЦА (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)

*O. A. SUSTAVOV. NUCLEATION AND GROWTH OF INDIVIDUALS  
IN DRUSES OF SPLITTED QUARTZ (EASTERN YAKUTIA)*

*Уральская государственная горно-геологическая академия,  
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Россия; e-mail: vachrusheva.n@usmga.ru*

The study was carried out for druses of the 1<sup>st</sup> type (as thick as 0.2—4 mm) — with zones of geometric selection in the basis, with columnar quartz individuals elongated by *c* axis, overgrowing as quartz-free, so the quartz-bearing (arkosic-graywacke sandstones) and the mere quartz (monocrystal and small-grained) matrix. It is shown that orientation of the *c* axis in quartz individuals of those druses depends as on geometric selection in their growth, so on abundance of nucleation of the favorably directed individuals. On the quartz-free and monocrystal quartz matrix, equally, the regularly directed individuals are often forming bunches which appearance is connected with radial splitting caused by tangential off-growing of basis's of columnar individuals along the substratum surface. While the regenerating nucleation of individuals on quartz grains of matrix, the predominant nucleation of the favorably directed individuals appears, in one or another degree, as a «selective» regeneration of mainly the regularly oriented matrix grains. During the growth there was remarked a gradual curve of *c*-axis of individuals to direction favorable for growing. Dimensions of columnar individuals are changing according to sizes of adversely oriented grains in the geometric selection zone.

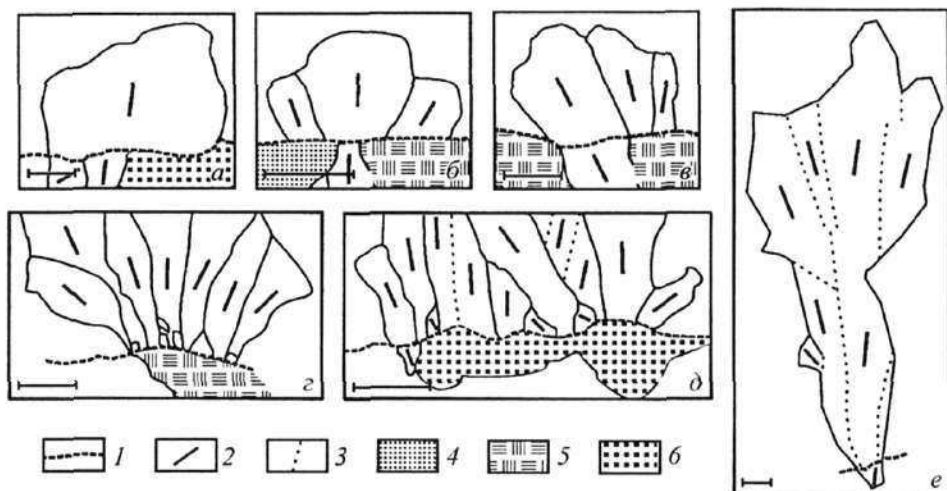


Рис. 1. Друзы на аркозо-граувакковых песчаниках.

1 — границы между друзой и матрицей; 2 — ориентировка осей *c* кварцевых индивидов; 3 — границы субиндивидов кварца; 4 — плагиоклаз; 5 — хлорит; 6 — обломки бескварцевых пород в песчанике. Масштабный отрезок 0.05 мм. Район Беккемского гранитного массива. *a*—*e* — пояснения в тексте.

Fig. 1. Druses on arkosic-graywacke sandstones.

Одними из широко известных агрегатов кварца являются друзы 1-го типа (Осинский, 1976), или параллельно-шестоватые агрегаты 1-го типа (Григорьев, 1961), щетки (Попов, 1984), гребенчатый (*comb*) кварц (Дымков, 1985; Dong *et al.*, 1995), т. е. совокупности нарастающих на стенки параллельно ориентированных индивидов кварца, вытянутых вдоль оси *c*. Наиболее полное их описание дано А. В. Осинским (1976).

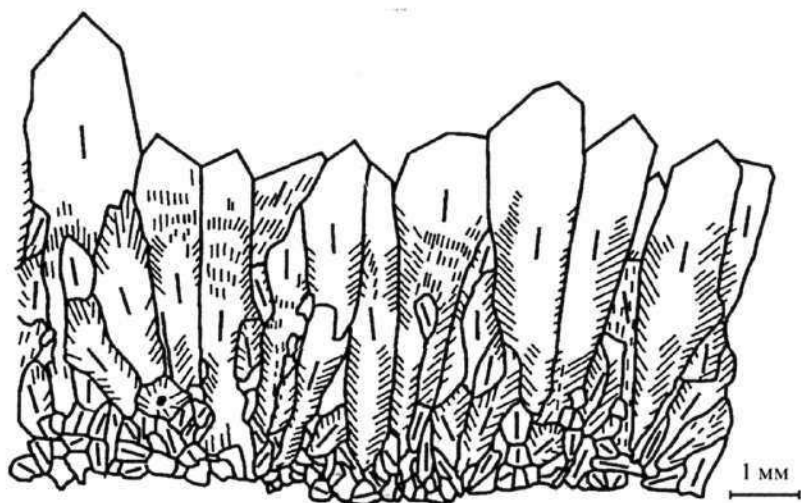


Рис. 2. Друза кварца из месторождения Эргелях.

Тонкие штрихи — субиндивиды расщепления, толстые штрихи — оси *c* кварца, точка — ось *c* перпендикулярна плоскости рисунка.

Fig. 2. Druse of quartz from Ergelyakh ore deposit.

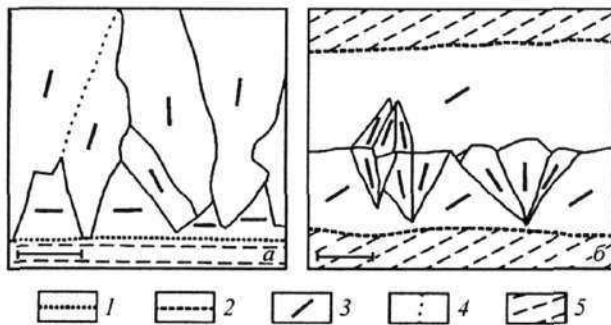


Рис. 3. Друзы на монокристалльной кварцевой матрице: *a* — нарастание друзы на грань призмы кристалла кварца, месторождение Эргелях; *б* — пучки индивидов в регенерационном кварцевом прожилке, месторождение Аид.

1 — грань призмы кристалла кварца матрицы; 2 — стенки прожилка; 3 — ориентировка осей *c* кварцевых индивидов; 4 — граница между субиндивидами; 5 — ориентировка оси *c* матрицы. Масштабный отрезок: *a* — 0.1 мм, *б* — 0.05 мм.

Fig. 3. Druses on monocrystal quartz matrix: *a* — druse overgrowing the prism face of quartz crystal (Ergelyakh ore deposit); *б* — bunches of individuals in regenerated quartz veinlet (Aid ore deposit).

В настоящей статье приводятся некоторые новые данные о строении этих агрегатов и о процессах возникновения в них правильной ориентировки индивидов.

Нами изучено 20 друз мощностью 0.2—4 мм из призальбандовых частей жил халцедонового кварца, залегающих в экзоконтактах Беккемского и Нельканского гранитных массивов (Суставов, 1990а), кварцевых жил золото-серебряных месторождений Аид (Суставов, 1990б), Альфа (Суставов, 1991) и золото-редкометалльного месторождения Эргелях (Суставов, 1990в). Кварц в друзах расщепленный, состоит из субиндивидов, оси *c* которых веерообразно отклоняются от оси *c* главного кристалла (Суставов, 1990а, в). Индивидам тонких друз (рис. 1) свойственно параллельное оси *c* радиальное (Дымков, 1985) расщепление (рис. 1, *e*), часто плавное, с образованием пламенивидного (*flamboyant*) кварца (Dong e. a., 1995). В кристаллах, слагающих более мощные друзы (рис. 2), имеются отдельные боковые радиальные субиндивиды, а также более мелкие субиндивиды расщепления, вытянутые по нормальям к граням ромбоэдра и образующие перистый (*feathery*) кварц (Dong e. a., 1995). Индивиды нередко образуют «пучки» — группы, состоящие из нескольких смежных веерообразно разориентированных индивидов (рис. 1—3). Индивиды и их пучки соотносятся между собой так же, как радиальные субиндивиды и состоящие из таких субиндивидов расщепленные кристаллы, но индивиды в пучках сильнее разориентированы (на угол до 20—30°), чем субиндивиды.

### ЗАРОЖДЕНИЕ ИНДИВИДОВ

Изученные друзы нарастают на субстрат, который содержит менее 35 % кварца (измененные аркозо-граувакковые песчаники и аргиллиты, углеродистые породы, крупные кристаллы анкерита, скопления зерен плагиоклаза, хлорита и обломков бескварцевых пород) или более 90 % кварца (мелкозернистые жильные кварцевые агрегаты с размером зерен 0.01—0.08 мм, сколы крупных индивидов кварца, кристаллы кварца). При образовании друз происходит «самопроизвольное» (Осинский, 1976) зарождение индивидов на бескварцевой матрице, а также зарождение на зернах кварца субстрата с наследованием кристаллографической ориентировки этих зерен. Последнее зарождение будем называть «регенерационным» (Дымков, 1985), образующиеся при этом индивиды — «регенерационными» (*p*-индивидами), их рост в основании друзы — «регенерацией», а зерна кварца матрицы, на которые нарастают эти индиви-

ды — «регенерируемыми» зернами. Индивиды друз и зерна кварца матрицы, оси с которых ориентированы под углами не более  $30^\circ$  относительно нормали к стенке жилы, будем называть «правильно ориентированными», а индивиды друз и зерна матрицы, не обладающие такой ориентировкой — «неправильно ориентированными».

Зарождение на бескварцевой матрице. При образовании друз на бескварцевой матрице, по А. В. Осинскому (1976) и другим авторам, самопроизвольно зародившиеся в основаниях друз зерна кварца должны характеризоваться беспорядочной кристаллографической ориентировкой. Однако при изучении оснований данных друз устанавливается, что среди непосредственно прилегающих к бескварцевому субстрату зерен кварца правильно ориентированных нередко значительно больше, чем должно быть при беспорядочной кристаллографической ориентировке; из этого можно сделать вывод, что при образовании друз на бескварцевой матрице могут преимущественно зарождаться правильно ориентированные индивиды.

Степень проявления преимущественного зарождения правильно ориентированных индивидов различна. На рис. 1, з количество зародившихся на стенке правильно ориентированных зерен соизмеримо с числом зародившихся здесь же зерен неправильной ориентировки, на рис. 1, д исходную правильную ориентировку имеет большая часть зародившихся зерен (с учетом того, что на рисунках показаны проекции осей с на плоскость шлифа). Подобные случаи наблюдаются достаточно часто.

В участках своего преимущественного зарождения правильно ориентированные индивиды нередко образуют пучки. Образование пучков, вероятно, аналогично образованию некоторых сферолитов (Малеев, 1971): один из зарождающихся на стенке расщепленных индивидов инициирует образование рядом с собой смежного индивида, радиально разориентированного относительно него; этот смежный расщепленный индивид в свою очередь инициирует образование следующего радиально разориентированного индивида и т. д. Пучки образуются на выпуклых (чаще) и плоских поверхностях. Оси с индивидов в пучках ориентированы по отношению к обрастаемым поверхностям (в том числе выпуклым) под углами, уменьшающимися по мере перехода от осевых частей к краям пучков. При этом ориентировка осей под большими углами к поверхности матрицы обычно имеет преобладающее значение.

Индивиды пучков нередко имеют широкие основания и зарождаются рядом друг с другом вдоль достаточно протяженных поверхностей, перекрывая отдельные мелкие неправильно ориентированные призальбандовые зерна (рис. 1, з). Наличие у индивидов широких оснований не противоречит отмеченному выше механизму образования пучков — такие основания свидетельствуют о тангенциальном разрастании индивидов вдоль стенок, а образование пучков подобных индивидов можно рассматривать как еще более интенсивное тангенциальное разрастание, осложненное радиальным расщеплением.

По Д. П. Григорьеву (1961) и другим авторам, образование пучков, состоящих из индивидов, ориентированных направлением максимальной скорости роста (в данном случае оси с кварца) перпендикулярно обрастаемой поверхности, может происходить на выпуклых поверхностях за счет геометрического отбора при росте индивидов из большого числа разноориентированных зародышей. В рассматриваемых случаях геометрический отбор в основаниях пучков проявлен слабо; оси с веерообразно разориентированных между собой индивидов в своем большинстве ориентированы к обрастаемым выпуклым поверхностям под углами, не достигающими  $90^\circ$ ; эти углы уменьшаются по мере перехода от осевых частей к краям пучков. Этого не должно быть при образовании пучков за счет геометрического отбора. Тем более не могут быть обусловлены геометрическим отбором последовательные повороты оси с в одну и ту же сторону от каждого предыдущего к последующему индивиду при образовании пучков на плоских поверхностях.

В отдельных друзах (как на бескварцевой, так и на кварцсодержащей матрице) в основаниях замутненных флюидными включениями расщепленных индивидов видны контуры кристалликов прозрачного нерасщепленного кварца, на грани призмы и ромбоэдра которых нарастает замутненный расщепленный кварц, слагающий основ-

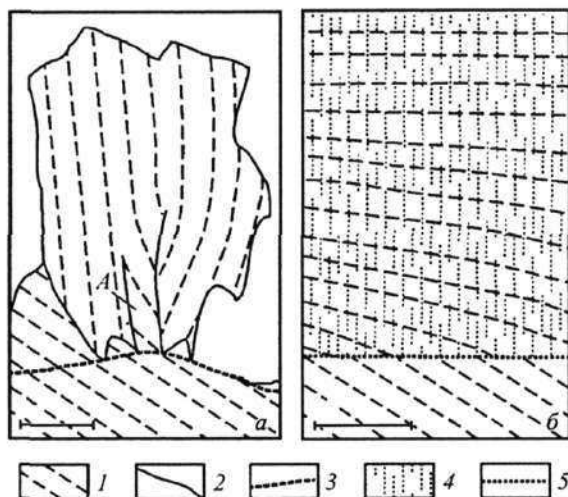


Рис. 4. Изменение ориентировки оси  $c$ :  $a$  — в индивидах кварца, нарастающих на монокристаллическую кварцевую матрицу и объединяющихся в один кристалл, экзоконтакт Нельканского гранитного массива;  $b$  — в агрегате прямолинейных волокон халцедона, нарастающих на грань ромбоэдра кристалла кварца, месторождение Аид.

1 — ориентировка осей  $c$  кварца; 2 — границы индивидов; 3 — граница между друзой и матрицей; 4 — направление вытянутости волокон халцедона; 5 — грань ромбоэдра кристалла кварца. Масштабный отрезок 0.03 мм.  $A$  — регенерационный индивид.

Fig. 4. Change of the  $c$  axis orientation:  $a$  — in quartz individuals overgrowing the monocrystal quartz matrix and unifying in a single crystal (exococontact of Nelkansky granite massif);  $b$  — in aggregate of linear chalcocite fibers overgrowing the rhombohedron face of quartz crystal (Aid ore deposit).

ной объем индивидов. В данном случае образование друз начиналось с появления в отдельных точках обрастаемой стенки не касающихся друг друга мелких призматических кристалликов прозрачного нерасщепленного кварца (иногда игольчатых), в последующем обраставшихся расщепленным кварцем. Иногда замутненный расщепленный кварц отлагался лишь на гранях призмы кристалликов прозрачного кварца, а на гранях ромбоэдра тех же кристалликов продолжалось отложение прозрачного нерасщепленного кварца.

Зарождение на кварцсодержащей матрице. Шестоватые индивиды (и пучки индивидов), нарастающие на монокристаллическую кварцевую матрицу — на грани призмы и ромбоэдра кристаллов кварца и на сколы крупных индивидов кварца (в наблюдавшихся случаях сколы ориентированы под углами  $15-30^\circ$  к осям  $c$  кристаллов матрицы), нередко зарождаются на пылевидных минеральных включениях на поверхности матрицы и имеют клиновидную форму оснований. Нередко основания индивидов представляют собой совокупности двух клиньев (рис. 3,  $a$  — крупный блочный индивид слева; 4,  $a$ ), что, по-видимому, является результатом объединения (Осинский, 1976) двух смежных близко ориентированных индивидов.

Промежутки между клиновидными основаниями шестоватых индивидов обычно заняты выделениями кварца, имеющего кристаллографическую ориентировку, одинаковую с обрастаемой монокристаллической матрицей. Эти выделения возникают за счет роста обрастаемой грани матрицы (рис. 3,  $a$ ) или регенерации находящегося в основании друзы скола матрицы (рис. 4,  $a$ ). При наличии пучков индивидов кварц, имеющий ориентировку, одинаковую с обрастаемой матрицей, занимает место боковых индивидов пучков, ориентированных осью  $c$  наиболее близко к матрице (рис. 3,  $b$ ).

При нарастании некоторых маломощных друз на одни участки монокристаллической матрицы на других (смежных) участках той же матрицы могут возникать каймы реге-

нерационного кварца, мощность которых близка к мощности друз (рис. 3, б). В некоторых случаях в основании друзы на отдельных участках монокристалльной матрицы самопроизвольно возникают единичные зародыши неправильной ориентировки, разрастающиеся у стенки в достаточной крупине неправильно ориентированные зерна. На них могут затем нарастать другие неправильно ориентированные зерна, и в друзе образуется прерывающаяся ее по простиранию параллельная шестоватости полоса зерен неправильной формы и неправильной кристаллографической ориентировки.

В друзах, нарастающих на зернистую кварцевую матрицу, зарождение шестоватых индивидов на тех зернах матрицы, которые имеют кристаллографическую ориентировку, подобную ориентировке описанной выше монокристалльной матрицы, нередко происходит так же, как на монокристалльной матрице. Иногда такие зерна покрываются скоплениями большого числа мелких разноориентированных зародышевых зерен кварца (геометрический отбор при росте которых приводит к образованию правильно ориентированных шестоватых индивидов) или же (в относительно редких случаях) подвергаются регенерации.

*p*-Индивиды, иногда возникающие на зернах кварца матрицы, оси *c* которых параллельны или почти параллельны стенке, обычно вырастают на значительно меньшие расстояния, чем *p*-индивиды более правильной ориентировки; такая же закономерность отмечается при образовании регенерационного кварцевого цемента в песчаниках (Heald, 1950). Это, по-видимому, связано с тем, что поверхности регенерации в данном случае близки к грани призмы — наиболее медленно растущей грани кристаллов кварца (Heald, Renton, 1966).

Зерна кварца матрицы, имеющие правильную или близкую к ней ориентировку, в друзах подвергаются регенерации с образованием шестоватых *p*-индивидов (рис. 1). Наличие регенерации зерен кварца матрицы при образовании данных друз противоречит заключению А. В. Осинского (1976), что друзы 1-го типа формируются «при пассивном поведении субстрата, даже если он кварцевого состава», и подтверждает данные А. А. Кораго и А. В. Козлова (1988) о возможности возникновения друз 1-го типа при «активном поведении субстрата».

В некоторых случаях перед регенерацией на правильно ориентированных зернах кварца матрицы самопроизвольно возникает мелкие разноориентированные зерна кварца, которые в отличие от отмеченных выше подобных разноориентированных зародышевых зерен, образующихся на неправильно ориентированных зернах кварца матрицы, затем перекрываются *p*-индивидом; то же явление наблюдается при экспериментальной цементации кварцем песков и связывается с большей скоростью роста правильно ориентированных индивидов по сравнению со скоростью роста мелких разноориентированных зерен кварца (Heald, Renton, 1966).

Таким образом, мелкие разноориентированные зерна, образующиеся на поверхности правильно ориентированного зерна кварца матрицы, не препятствуют регенерации последнего. Не являясь препятствием для регенерации зерен кварца матрицы и гидрослюдисто-хлоритовые пленки цемента аркозо-граувакковых песчаников. Если стенка друзы идет вдоль пленки цемента, под которой располагается зерно обломочного кварца, то на данный участок пленки цемента в друзе нарастает индивид кварца, соответствующий по своей кристаллографической ориентировке перекрытому пленкой зерну обломочного кварца. Подобное явление отмечается и при образовании регенерационного кварцевого цемента в песчаниках (Pittman, 1972).

*p*-Индивиды друз чаще всего имеют основания, ширина которых соответствует размерам регенерируемых зерен кварца матрицы (рис. 1, в, д, е). Иногда отдельные *p*-индивиды (преимущественно правильно ориентированные) тангенциально разрастаются своими основаниями вдоль стенки шире регенерируемых зерен, перекрывая смежные разноориентированные зерна кварца матрицы (рис. 1, а). Ширина оснований таких индивидов может до 10 раз превосходить размер вскрываемых стенкой зерен кварца матрицы.

«Выборочная» регенерация приводит к преимущественному зарождению в друзе правильно ориентированных индивидов, при этом регенерируются главным образом

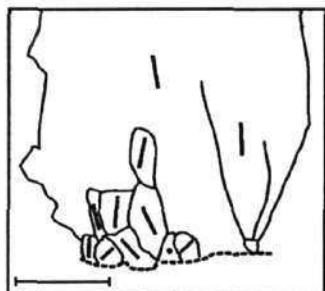


Рис. 5. Правильно ориентированный индивид с широким основанием на кварцевой матрице, размер зерен которой близок к размеру мелких призальбандовых зерен, месторождение Аид.

Штрихи — оси  $c$ , точка — ось  $c$  перпендикулярна плоскости рисунка, пунктир — граница между друзой и матрицей. Масштабный отрезок 0.05 мм.

Fig. 5. Regularly oriented individual with wide basis on the quartz matrix with grain size close to dimensions of small near-selvage grains; scale bar 0.05 mm (Aid ore deposit).

правильно ориентированные зерна кварца матрицы и не регенерируются неправильно ориентированные зерна (этим наблюдениям соответствует и отмеченная выше редкость регенерации зерен кварца, ориентированных осью  $c$  параллельно или под небольшим углом к стенке).

При нарастании на зернистую чисто кварцевую матрицу правильно ориентированных блочных индивидов с широким основанием положение и ширина присутствующих в этих индивидах субиндивидов радиального расщепления определяются зернами матрицы: один из субиндивидов является регенерационным, а остальные правильно ориентированные субиндивиды «несогласно» нарастают на смежные с регенерируемым зерном разноориентированные зерна кварца матрицы (рис. 5).

Правильно ориентированные индивиды с широким основанием могут перекрывать как разноориентированные зерна кварца матрицы, так и мелкие кварцевые зерна, нарастающие на стенку в основании друзы (в том числе неправильно ориентированные мелкие  $p$ -зерна), а также объединяться со смежными правильно ориентированными индивидами. В подтверждение сказанного на рис. 5, *слева*, можно наблюдать разрастание основания индивида в ширину с перекрытием мелких призальбандовых индивидов, *справа* — слияние (коалесценция) этого индивида с близко ориентированным смежным индивидом с узким основанием.

В друзах, нарастающих на аркозо-граувакковые песчаники, рядом с  $p$ -индивидами на некарцевые участки матрицы нередко нарастают отдельные шестоватые индивиды, веерообразно разориентированные по отношению к  $p$ -индивидам (рис. 1, б, в). Механизм их возникновения сходен с боковым расщеплением волокон сферолитов при огибании препятствий (Малеев, 1971). Отличие состоит в том, что в данном случае происходит тангенциальный рост оснований причлениющихся индивидов. Субпараллельная оси  $c$  боковая часть  $p$ -индивида оказывает ориентирующее влияние на причлениющийся индивид, а начало бескварцевой матрицы является неоднородностью, приводящей к некоторой разориентировке этого индивида. Зарождение боковых индивидов пучка происходит в данном случае, по-видимому, одновременно с регенерацией зерна кварца матрицы.

Аналогичное тангенциальное разрастание  $p$ -индивидов, сопровождающееся более слабой веерообразной разориентировкой, может приводить к образованию у этих индивидов и нарастающих на смежные некарцевые участки матрицы боковых субиндивидов радиального расщепления.

Боковые индивиды пучков в друзах, нарастающих на аркозо-граувакковые песчаники, могут возникать как одновременно с зарождением  $p$ -индивидов, так и после некоторого роста последних; если в основании агрегата наряду с  $p$ -индивидами имеются мелкие разноориентированные призальбандовые зерна кварца, то боковые индивиды пучков таким же образом, как на рис. 1, б, в, могут нарастать на зону призальбандовых мелких зерен, прилегающую к основанию  $p$ -индивида. Если последний косо ориентирован осью  $c$  по отношению к зальбанду, то боковые индивиды пучка могут возникать в тупом углу между боковой стороной  $p$ -индивида и зальбандом (нарастая на бескварцевую матрицу или на неблагоприятно ориентированные мелкие призальбандовые зерна кварца).

Геометрический отбор. Рост индивидов в изученных друзах происходит подобно тому, как описано А. В. Осинским (1976): в маломощной зоне в основании друзы идет активный геометрический отбор, приводящий к выживанию правильно ориентированных индивидов, а дальнейший рост последних сопровождается менее интенсивным геометрическим отбором. В участках зарождения преимущественно правильно ориентированных индивидов зона призальбандового геометрического отбора еще маломощнее, чем в случаях, описанных А. В. Осинским, и нередко фиксируется лишь единичными мелкими неправильно ориентированными призальбандовыми зернами (рис. 1). На характерность подобных плохо проявленных зон призальбандового геометрического отбора для агрегатов, формирующихся из преимущественно правильно ориентированных зародышей, указывает А. В. Нардов (1986).

На разных участках одной и той же стенки геометрический отбор при росте друз может быть проявлен в разной степени: пучки индивидов, имеющих широкие основания (с единичными мелкими неправильно ориентированными зернами в основаниях пучков), могут чередоваться вдоль одной и той же бескварцевой стенки с участками возникновения большого числа мелких разноориентированных зародышей, где правильно ориентированные шестоватые индивиды, возникающие при сопровождающемся геометрическим отбором росте из этих зародышей, имеют узкие клиновидные основания и не образуют пучков.

Ширина оснований и характер зарождения индивидов (самопроизвольное или регенерационное) на скорость их роста заметно не влияют. В друзах, нарастающих на матрицу, представленную аркозо-граувакковыми песчаниками, длина  $p$ -индивидов правильной ориентировки (имеющих достаточно широкие основания, соответствующие размерам зерен породообразующего кварца) заметно не отличается от длины правильно ориентированных индивидов с узкими клиновидными основаниями, зарождающихся на смежных бескварцевых участках матрицы. Образующиеся на той же матрице неправильно ориентированные  $p$ -индивиды с достаточно широкими основаниями достигают больших размеров, чем зерна неправильной ориентировки, возникшие на смежных бескварцевых участках матрицы, но по мере роста они также выклиниваются, перекрываясь правильно ориентированными индивидами.

Из индивидов кварца, образующих пучки, в ходе геометрического отбора нередко выживают лишь центральные наиболее правильно ориентированные индивиды пучков. Подобно этому при росте ориентированных по нормали к стенке расщепленных индивидов с боковыми резко разориентированными радиальными субиндивидами нередко выживают лишь осевые части индивидов, а боковые субиндивиды в ходе геометрического отбора подавляются.

В некоторых случаях субстрат (с высоким содержанием кварца) сначала сменяется в приконтактной части друзы каймой мелкозернистого аллотриоморфнозернистого кварца (иногда толщиной до десятка мелких зерен; их величина в этой кайме с удалением от зальбанда может несколько возрасть) и зарождение правильно ориентированных шестоватых индивидов происходит в верхней части этой каймы (отдельные участки основания друзы на рис. 2). Такая находящаяся в основании друзы кайма мелкозернистого кварца не является зоной геометрического отбора.

Постепенные повороты оси  $c$  кварца. В процессе роста индивидов некоторые из них приобретают более «правильную» ориентировку за счет постепенного поворота оси  $c$  (на угол до первых десятков градусов). Это случается, например, при объединении в процессе роста нескольких разориентированных между собой шестоватых индивидов в один более широкий (и обычно более правильно ориентированный) индивид. Объединение (коалесценция) происходит за счет плавного поворота в более «правильном» направлении  $c$ -осей одного или нескольких из сливающихся индивидов. При этом постепенная переориентировка оси  $c$  обычно не сопровождается соответствующим изменением формы индивида (его изгибанием). Правильную ориентировку могут приобретать как индивиды, самопроизвольно зародившиеся на квар-



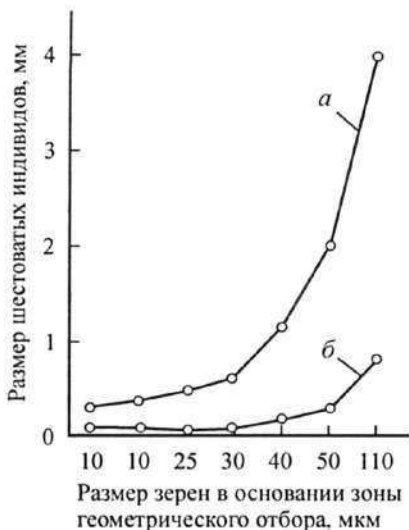


Рис. 6. Длина (а) и ширина (б) шестоватых индивидов в друзах с различным размером неблагоприятно ориентированных зерен в основании зоны геометрического отбора.

Fig. 6. Length (a) and width (б) of columnar individuals in druses with different size of adversely oriented grains in the basis of geometric selection zone.

при совместном росте клиновидных оснований шестоватых индивидов и располагающегося между ними регенерационного кварца и не сопровождается заметным изгибом оснований индивидов.

Постепенная переориентировка оси *c* иногда наблюдается и при нарастании на монокристалльную кварцевую матрицу халцедона. На рис. 4, б ориентировка оси *c* в волокнах халцедона сначала соответствует ориентировке той же оси в обрастаемой монокристалльной кварцевой матрице, а затем в процессе дальнейшего роста постепенно принимает обычное для халцедона положение, перпендикулярное вытянутости волокон; при этом постепенный поворот оси *c* в волокнах происходит без изменения направления вытянутости последних.

Форма и размеры индивидов. Клиновидная форма индивидов друз обусловлена тем, что рост индивидов вдоль оси *c* сопровождается их максимально возможным расширением в направлении, перпендикулярном оси *c*. По В. А. Попову (1984), кристаллам, образующим подробные друзы, свойствен изометричный облик. Стремление расти не только в длину, но и в ширину, приводит к тому, что сразу у стенки смежные индивиды приходят в контакт друг с другом и этот контакт сохраняется в процессе дальнейшего роста (Осинский, 1976). Выжившие индивиды характеризуются не только правильной ориентировкой *c* осей, но и максимальной шириной в вершинах индивидов.

Однако не всегда в процессе роста друз все индивиды со всех сторон контактируют со смежными индивидами. В индивидах некоторых друз наблюдаются пирамиды нарастания не только граней ромбоздров (Осинский, 1976), но и призмы. Пирамиды нарастания граней призмы нередко отмечаются в индивидах на значительном удалении от оснований друз. Это показывает, что в процессе роста друз в них могли быть щелевидные полости, ограниченные гранями призмы индивидов (в последующем на этих гранях отлагался расщепленный кварц).

Размеры шестоватых индивидов кварца в друзах изменяются в соответствии с величиной неблагоприятно ориентированных мелких зерен, прекративших свой рост в основании зоны геометрического отбора: в относительно мощных друзах неправильно ориентированные зерна в основании зоны геометрического отбора крупнее, чем в маломощных друзах (рис. 6). Из этого следует, что мощность друз определяется при их зарождении и на зонах призальбандового геометрического отбора с одинаковым размером неблагоприятно ориентированных зерен образуются совокупности шестоватых индивидов близкой мощности. Если в основании зоны геометрического отбора располагаются очень мелкие зерна, то образующаяся друза имеет малую мощность;

крупные кристаллы при наличии очень мелких зерен в основании зоны геометрического отбора обычно не образуются. Данная закономерность противоречит заключению А. В. Осинского (1976) о том, что в друзах 1-го типа длина кристаллов зависит только от продолжительности кристаллизации и размера полости.

#### ВЫВОДЫ

1. Ориентировка *c*-осей индивидов кварца в изученных друзах обусловлена как геометрическим отбором при росте друз, так и преимущественным зарождением правильно ориентированных кристаллов.

2. На бескварцевой и монокристалльной кварцевой матрице правильно ориентированные индивиды нередко образуют пучки — группы смежных веерообразно разориентированных индивидов, появление которых связано с радиальным расщеплением при тангенциальном разрастании оснований шестоватых индивидов вдоль поверхности субстрата.

3. При регенерационном зарождении индивидов на зернах кварца матрицы преимущественное зарождение благоприятно ориентированных индивидов проявляется в различно выраженной «выборочной» регенерации правильно ориентированных зерен кварца матрицы.

4. Индивиды кварца при их росте в друзах могут приобретать более благоприятную для роста ориентировку за счет постепенного поворота *c*-осей индивидов.

5. Зарождение и рост индивидов в друзах взаимосвязаны: размеры шестоватых индивидов изменяются в соответствии с величиной неблагоприятно ориентированных зерен зоны геометрического отбора.

#### Список литературы

- Григорьев Д. П. Онтогенез минералов. Изд-во Львов. ун-та, 1961. 284 с.
- Дымков Ю. М. Парагенезис минералов ураноносных жил. М.: Недра, 1985. 207 с.
- Кораго А. А., Козлов А. В. Текстуры и структуры жильного кварца хрусталоносных областей. Л.: Недра, 1988. 159 с.
- Малеев М. Н. Свойства и генезис природных нитевидных кристаллов и их агрегатов. М.: Наука, 1971. 199 с.
- Нардов А. В. Геометрический отбор и формирование параллельно-шестоватых агрегатов. Деп. в ВИНТИ, № 6395-В86. 1986. 42 с.
- Осинский А. В. Некоторые вопросы онтогенеза друз кварца // Тр. ВСЕГЕИ. 1976. Т. 258. С. 103—121.
- Попов В. А. Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 191 с.
- Суставов О. А. Кластогенные примеси и особенности кристаллизации халцедоновидного жильного кварца (Восточная Якутия) // ЗВМО. 1990а. Вып. 4. С. 18—22.
- Суставов О. А. Серебряная минерализация и некоторые особенности жильного кварца (Тарынский субвулканический массив, Якутия) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1990б. № 10. С. 32—36.
- Суставов О. А. Расщепленный кварц из месторождения Эргелях (Восточная Якутия) // Минер. журн. 1990в. № 1. С. 66—71.
- Суставов О. А. Расщепление кварца при формировании золото-серебряного оруденения в терригенных толщах (Восточная Якутия) // Докл. АН СССР. 1991. Т. 318. № 3. С. 717—720.
- Dong G., Morrison G., Jaireth S. Quartz textures in epithermal veins, Queensland — classification, origin, and implication // Econ. Geol. 1995. Vol. 90. N 6. P. 1841—1856.
- Hald M. T. Autigenesis in West Virginia sandstones // J. Geol. 1950. Vol. 58. N 6.
- Hald M. T., Renton J. J. Experimental study of sandstone cementation // J. Sediment. Petrol. 1966. Vol. 36. N 4. P. 977—991.
- Pitman E. D. Diagenesis of quartz in sandstones as revealed by scanning electron microscopy // J. Sediment. Petrol. 1972. Vol. 42. N 3. P. 507—519.

Поступила в редакцию  
13 октября 2004 г.