ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. VI, № 5—6, 1953 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

МИНЕРАЛОГИЯ

Л. А. Варданянц

О двойниковых законах порфировых кварцев

Двойниковые образования порфировых кварцев уже давно привлекают внимание исследователей, но пока описаны достаточно детально и полно только морфологические особенности и некоторые кристаллографические закономерности таких сростков. Что же касается генетической стороны, то она остается еще недостаточно освещенной, в связи с чем нет вполне убедительной и обоснованной теории происхождения такого рода образований.

Число возможных двойниковых законов порфировых кварцев, по представлениям некоторых ученых, довольно значительно, но в массовом количестве встречаются из них только очень немногие. Остальные же либо еще ни разу не были обнаружены, либо же наблюдались только в виде единичных экземпляров, хотя кажущаяся их вероятность в некоторых случаях даже и очень высока. В данной работе мы уделим наибольшее внимание четырем законам: Эстерель, Сардиния, Японскому и Самшвильдо. Закон Вёрешпатак, упоминаемый некоторыми авторами, тождествен Японскому, и поэтому в дальнейшем мы не будем упоминать о нем как о самостоятельном законе. Наиболее детально сростки по этим законам описаны в статье Г. Г. Леммлейна [6], где дана и литература по этому вопросу.

В морфологическом отношении двойники порфировых кварцев представляют в подавляющем большинстве сочетание двух, самостоятельно возникших дипирамидальных кристаллов, сросшихся гранями основной дипирамиды (ромбоэдра). Поэтому различия двойниковых законов могут быть сведены к величине угла поворота одного кристалла по отношению к другому вокруг общей нормали к соприкасающимся граням дипирамид.

В связи с этим, условной константой, определяющей тот или иной закон срастания, может служить угол между однозначными концами оси симметрии второго порядка, лежащей в плоскости соприкасающихся граней. Так как при этом осью поворота кристаллов друг относительно друга служит нормаль к четной оси симметрии, присутствующей неизменно как у гексагонального, так и у тригонального кварца, то, согласно нашей теории таких поворотов [3], биссектриса угла поворота всегда, при любом угле поворота, будет обязательной двойниковой осью срастающихся кристаллов. Подобная двойниковая ось, как правило, имеет иррациональные индексы, за исключением тех случаев, когда при некоторых определенных углах поворота происходит совпадение других зон кристаллов.

Наиболее распространенные двойники порфировых кварцев могут быть выведены также посредством поворота кристалла и около других векторов, главнейшими из которых являются нормаль к грани призмы, т. е. $[10\bar{1}0]$, и ось симметрии второго порядка, совпадающая с кристаллографической осью $[1\bar{2}10]$.

В первом из этих случаев ось поворотов служит осью зоны большого числа рациональных граней: $(1\bar{2}10)$, $(12\bar{1}1)$, $(1\bar{2}12)$, $(1\bar{2}15)$ и т. п., а вместе с тем она перпендикулярна к оси симметрии второго порядка. Поэтому при любом угле поворота кристалла около нормали к грани призмы будет получаться двойниковая пара, у которой обязательная двойниковая ось, совпадающая с биссектрисой угла поворота оси двойной симметрии, будет иметь почти всегда индексы, очень близкие к рациональным. Учитывая обычную неточность взаиморасположения индивидов даже и в «точных» двойниках, достигающую $\pm$ 2 и даже $\pm 3^0$, нужно признать, что поворот на любой угол вокруг нормали к грани призмы будет приводить к образованию обычного двойника. Следовательно, совпадение граней призмы у двух кристаллов кварца должно, в большинстве случаев, иметь своим следствием возникновение двойника.

Во втором из указанных выше случаев осью поворота кристалла служит ось симметрии, зона которой содержит сильнейшие грани кварца $(10\bar{1}0)$, $(10\bar{1}1)$, $(10\bar{1}2)$ и потенциальные его рациональные грани $(20\bar{2}1)$, $(30\bar{3}1)$, $(10\bar{1}3)$, $(10\bar{1}4)$ и т. п. Поэтому у гексагонального кварца поворот на любой угол около этого вектора также будет приводить к возникновению двойникового расположения кристаллов, причем и здесь обязательная двойниковая ось в большинстве случаев также будет иметь рациональные индексы. У тригонального же кварца двойниковые сочетания кристаллов при таких поворотах могут возникать только при совпадении других зон кристаллов, так как здесь нет четной оси симметрии, перпендикулярной к оси поворота.

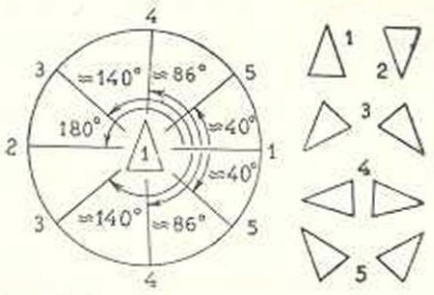
Образование двойниковых сростков порфировых кварцев объясняется, по Г. Г. Леммлейну ([6], стр. 125), следующим образом: «Падающий маленький кристаллик приходит в соприкосновение с гранью большего кристалла сперва вершиной, затем ребром и, наконец, гранью. Упав в случайном, не закономерном положении, он, поворачиваясь, скользит по поверхности грани большего кристалла. Когда поворот совпадает с тем или иным закономерным положением, происходит окончательное срастание обоих кристаллов в «двойник» или «закономерный сросток». Однако этот последний существенный момент срастания остается еще неясным».

Такое объяснение нельзя признать убедительным. Во-первых, не указывается в силу каких причин меньший кристалл должен поворачиваться в ту или иную сторону. Ведь этот поворот будет очень затрудняться большой вязкостью кислого силикатного расплава и, кроме того, значительным трением на соприкасающихся поверхностях кристаллов. Следовательно, поворачивающее усилие должно быть очень большим. Непонят-

но также и то, почему меньший кристалл начинает поворачиваться только после того, как он уже ляжет на поверхность большого.

Во-вторых, остается не установленным, на какой же предельный угол может повернуться меньший кристалл. Не выходя за рамки разумности, мы должны принимать, что угол этот не может быть значительным и едва ли будет превышать 5—10°, если грани уже соприкасаются.

В-третьих, статистика, приведенная в статье Г. Г. Леммлейна, заставляет сделать вывод, что меньший кристалл, в момент его падения на поверхность большого, уже имеет обязательно какую-то закономерную ориентировку, ибо почти все наблюдающиеся случаи взаиморасположения кристаллов исчерпываются шестью положениями. Из них два противоположных (фиг. 1, положения 1 и 2) соответствуют параллельным сросткам и двойникам по закону Эстерель, а остальные четыре (фиг. 1, положения 3 и 5) отвечают попарно двойниковым законам Японскому и Самшвильдо. Двойниковый же закон Сардиния (фиг. 1, положение 4) встречается, по указанию самого Г. Г. Леммлейна, чрезвычайно редко (стр. 141).



Фиг. 1. Схема ориентировки индивидов в параллельных сростках и двойниках. 1—первоначальное положение положительного конца оси симметрии на грани основной дипирамиды и положение его на грани, 2—то же для двойникового закона Эстерель, 3—то же для закона Японского, 4—то же для закона Сардиния, 5—то же для закона Самшвильдо.

Принимая точность ориентировки индивидов в сростках такого рода около ±3°, мы получим, что из всей окружности заполнены только шесть интервалов по 6°, т. е. всего лишь 36°, а 324° остаются «пустыми», ибо среди тысяч исследованных сростков нет или почти нет таких, ориентировка которых соответствовала бы пустующим интервалам. Особенно бросаются в глаза два больших промежутка между положениями 3 и 5 по одну и другую стороны от оси симметрии (фиг. 1), каждый из которых охватывает угол около 100°, и посредине которых должна была бы располагаться ось симметрии кристалла при двойниковом законе Сардиния. Это обстоятельство также не получило у Г. Г. Леммлейна никакого объяснения.

Если исходить из того, что меньший кристалл падает на большой действительно в совершенно случайном положении, и если считать «положением» двойника некоторый интервал в ± 3° (см. выше), то вероятность той или иной первоначальной ориентировки меньшего кристалла по отношению к большому будет равна для параллельных сростков, как и для закона Эстерель, всего лишь около 1,7%, а для закона Японского, как и для законов Сардиния и Самшвильдо, в два раза выше, т. е. около 3,5%. Два больших пустующих промежутка, каждый по 100°, охватывают вместе около 55% всего диапазона вероятности. В природе все случаи

ориентировок, падающих на эти два промежутка, отсутствуют почти полностью, поэтому, основываясь на представлениях Г. Г. Леммлейна, нужно было бы сделать вывод, что малые кристаллы в каком-то количестве обязательно получающие первоначально подобную ориентировку, были затем выведены из нее посредством поворота на угол до 50—70°, и даже до 90° как в одну, так и в другую сторону. При этом подавляющее большинство меньших кристаллов должно было бы повернуться в одну сторону до положения параллельного сростка, а в другую—до двойника Эстерель. почти совсем не задерживаясь на промежуточных (считаемых вполне возможными!) положениях двойников Самшвильдо и лишь в очень небольшой степени закрепляясь на положении Японских двойников, считаемых очень вероятными.

В результате этого, в положениях параллельных сростков и двойников Эстерель концентрируется свыше 70—75% всех сростков, а остальные сосредоточены почти исключительно в двух интервалах Японского закона. Таким образом, все наблюденные случаи двойников оказываются приуроченными, в подавляющем большинстве, лишь к четырем интервалам, каждый всего только по 6°.

Парадоксальность этого особенно резка для закона Эстерель, которому принадлежат до 30—40% всех сростков. В силу этого он должен был бы стягивать к себе меньшие кристаллы с интервала в 120°, т. е. по 60° с одной и другой стороны. Между тем весь промежуток между положениями двойников Японского и Эстерель составляет всего около 40°. Следовательно, закон Эстерель должен был бы притягивать к себе очень большое количество кристаллов «через голову» Японского закона, а если бы это было реальным фактом, то Японский закон в двойниках порфировых кварцев вообще не мог бы реализоваться, или же возникал лишь в редких случаях, подобно закону Самшвильдо.

Такой порядок возникновения сростков нельзя признать убедительным и могущим отвечать действительным условиям. Поэтому нужно сделать вывод, что меньший кристалл получает ту или иную ориентировку еще тогда, когда он не соприкасается с большим. Следовательно, то или иное двойниковое соотношение кристаллов создается уже задолго до их соприкосновения, притом, надо полагать, как следствие взаимодействия энергетических полей кристаллов, распространяющегося, повидимому, на довольно значительное расстояние. Сближение кристаллов, плавающих в очень вязком расплаве, может происходить лишь крайне медленно и должно задерживаться даже и незначительными препятствиями.

Эта схема вполне согласуется с той последовательностью процесса, которая была установлена нами для комплексных двойников плагиоклаза [1, 2], а также была выведена для сростков алюмо-калиевых квасцов на опыте ревизии материалов М. Шаскольской и А. В. Шубникова [4].

Итак, нужно признать, что меньший кристалл кварца получает ту или иную ориентировку относительно большого еще на некотором расстоянии от него, причем сперва, повидимому, располагаются параллельно друг другу плоскости каких-либо граней призм или оси симметрии

второго порядка. Последующие повороты кристаллов вокруг соответствующих векторов приводят к тому или иному двойниковому взаиморасположению, сохраняющемуся до первого соприкосновения кристаллов, которое, в общем случае, еще не создает устойчивого положения одного кристалла на поверхности другого, так как осуществляется чаще всего вершиной или ребром одного кристалла к грани другого. Поэтому переход кристаллов к устойчивому положению требует дополнительных поворотов, в связи с чем в ряде случаев нарушается уже достигнутая закономерная ориентировка, и кристаллы приводятся к новому, порой совершенно иного типа, взаиморасположению, вероятность которого может быть даже и гораздо более низкой.

Это обстоятельство свидетельствует о том, что та статистика частот разных двойниковых законов, которую мы сейчас наблюдаем, и которая указывается в литературе, показывает отнюдь не степень действительной вероятности и «силы» тех или иных двойниковых ориентировок и законов, а лишь конечный результат их искажения в процессе принудительного приведения одного из кристаллов к устойчивому положению на поверхности другого.

Чтобы выяснить возможные виды принудительного изменения первоначальной ориентировки, рассмотрим главнейшие типы двойниковых взаиморасположений кристаллов и обязательные варианты их перехода к другим ориентировкам. При этом будем называть условно один из кристаллов меньшим, а второй — бо́льшим.

А. Сростки с параллельными главными осями

В числе таких сростков можно выделить три типа: параллельные сростки, двойники по Дофинейскому закону и двойники по закону Бразильскому.

При параллельном взаиморасположении кристаллов меньший кристалл, сближаясь с любой гранью большего, всегда будет приходить в соприкосновение с ним сразу всей гранью, т. е. сразу же будет получать вполне устойчивое положение, обеспечивающее быстрое и прочное спаивание кристаллов. Поэтому удельная роль параллельной ориентировки в числе отпечатков должна быть относительно гораздо более низкой, чем среди сростков.

Что касается двойников, как Дофинейских, так и Бразильских, то распространенность их в кристаллах порфировых кварцев остается еще не установленной, в связи с чем отпадает возможность выяснить их влияние на возникновение той или иной окончательной ориентировки кристаллов.

Б. Сростки с не параллельными главными осями

В связи с господствующим дипирамидальным обликом порфировых кварцев, плоскостью соприкосновения и срастания индивидов может быть

только грань этой дипирамиды, и разные двойниковые расположения кристаллов будут отличаться друг от друга лишь углом поворота одного кристалла по отношению к другому вокруг общей нормали к плоскости соприкасающихся граней. Поэтому, как уже было показано выше, кристаллы всегда составляют двойниковую пару, у которой обязательной двойниковой осью служит биссектриса угла между однозначными концами оси симметрии, лежащей в плоскости общей грани дипирамиды. Эта двойниковая ось в общем случае иррациональна, рациональной же она становится лишь тогда, когда совпадают друг с другом какие-либо иные одноименные зоны одного и другого кристалла. В таких случаях непременно появляется вторая двойниковая ось, перпендикулярная к первой (обязательной), и именно эта вторая ось определяет закон соответствующего двойника. Обязательная двойниковая ось служит вместе с тем осью совпадающих зон кристаллов.

Если первоначальная ориентировка кристаллов при их еще разобщенном состоянии становится двойниковой, то главные оси их и двойниковая ось сростка могут располагаться в одной плоскости, либо же такого совпадения может не быть. Надо полагать, что в первом из этих случаев взаиморасположение кристаллов будет гораздо более устойчивым, так как во втором случае неизбежно должны возникать дополнительные вращающие усилия, как результат косого взаиморасположения энергетических полей кристаллов.

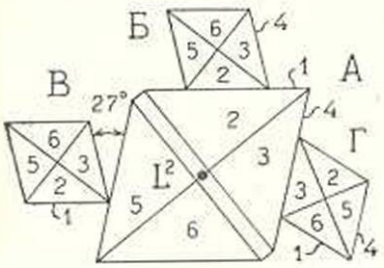
Следствием этого должно быть то, что кристаллы будут стремиться к тому, чтобы главные их оси лежали в одной плоскости, и это может осуществляться, повидимому, в подавляющем большинстве случаев, так как кристаллы имеют обычно полную свободу поворотов в окружающей их среде. Это обстоятельство очень важно для понимания генезиса двойников порфировых кварцев, так как, основываясь на нем, можно дать более убедительное решение вопроса.

а. Двойниковый закон Эсперель. При этом законе двойниковой осью служит нормаль к грани основной дипирамиды. Второй индивид может быть выведен из первого двумя способами: поворотом на 180^0 около нормали к грани дипирамиды или поворотом на $76^026'$ вокруг оси симметрии второго порядка, параллельной грани дипирамиды.

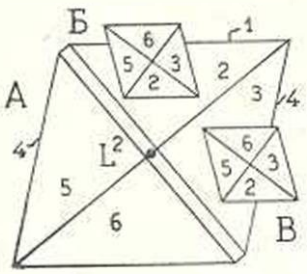
В тех случаях, когда главные оси кристаллов лежат в одной плоскости, меньший кристалл приходит в первоначальное соприкосновение с бо́льшим или сразу всей гранью, если плоскостью соприкосновения служит двойниковая плоскость (фиг. 2, кристаллы А и Б или А и Г), или же сначала вершиной, а затем, после поворота на угол около $26,5^0$ вокруг общей оси симметрии, уже всей гранью, если плоскостью первоначального соприкосновения служит не двойниковая плоскость, а грань, смежная с нею в зоне с призмой (фиг. 2, кристаллы А и В).

После такого поворота двойниковой осью будет нормаль уже к другой грани дипирамиды, а именно, к грани окончательного соприкосновения. Существенно при этом то, что у высокотемпературного кварца во время такого поворота меньшего кристалла он находится непрерывно в

двойниковом соотношении с бо́льшим, так как поворот происходит вокруг вектора, перпендикулярного к шестерной оси симметрии кристалла. Таким образом, в тех случаях, составляющих громадное большинство, когда главные оси кристаллов лежат в одной плоскости, окончательное срастание индивидов происходит без изменения типа двойника.



Фиг. 2. Схема двойника по закону Эстерель. Кристаллы А и Б, а также А и В сдвойникованы по нормали к грани 1, а кристаллы А и Г — по нормали к грани 4. Первоначальное соприкосновение кристаллов либо по двойниковой плоскости (кристаллы Б и Г), либо по грани дипирамиды, смежной с нею в зоне с призмой (кристалл В).



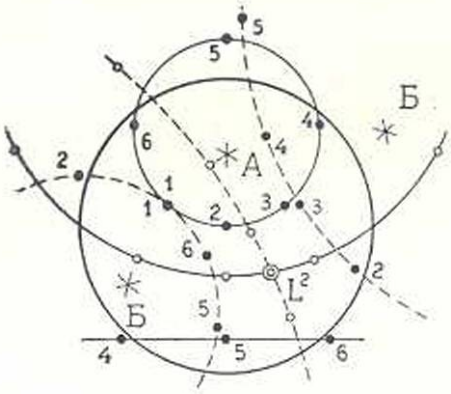
Фиг. 3. Схема первоначального соприкосновения второго индивида в двойнике Эстерель с гранями дипирамиды 2 или 3, смежными с осью симметрии, расположенной параллельно двойниковой плоскости 1.

Если же кристаллы не придут к такому положению, при котором их главные оси лежали бы в одной плоскости, то процесс соединения кристаллов протекает несколько иначе, причем возможны два варианта (фиг. 3). В первом из них сближение происходит не с гранью 1 кристалла А, являющейся двойниковой плоскостью, а либо с его гранью 2 или с симметричной ей гранью 6 (кристаллы А и Б), а во втором—с гранью 3 или с симметричной ей гранью 5 (кристаллы А и В).

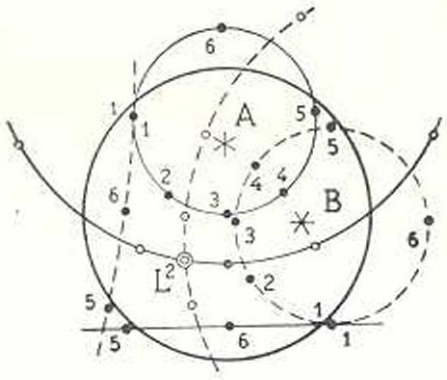
В первом из этих случаев (фиг. 4) кристалл Б получит уже иную окончательную ориентировку, а именно по Японскому закону, так как его грань 6 ляжет, после небольшого поворота кристалла, на наиболее близкую к ней грань 2 кристалла А, причем биссектриса угла между главными осями кристаллов расположится очень близко к нормали к грани (1212). Во втором же варианте (фиг. 5) окончательное соприкосновение кристаллов происходит сразу либо гранями 3 и 3, либо гранями 5 и 5, так как эти грани кристаллов расположены почти параллельно друг другу, составляя в каждой паре угол всего около 9°. Поэтому кристаллы приводятся здесь к двойнику по закону Сардиния, с двойниковой осью по нормали к грани (1012).

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев первоначальная ориентировка по закону Эстерель должна сохраняться при окончательном соприкосновении кристаллов, и лишь в небольшом числе случаев она будет заменяться иной ориентировкой, а именно, по закону или Японскому, или же—Сардиния.

Двойниковый закон Эстерель принадлежит к числу наиболее распространенных у кварца, и это вполне согласуется с сильным развитием граней основной дипирамиды (ромбоэдра) на его кристаллах. Другой особенностью этого закона является то, что его вторая (обязательная) двой-



Фиг. 4. Стереографическая проекция сочетания кристаллов А и Б, по фиг. 3, на грань 2 кристалла А.



Фиг. 5. Стереографическая проекция сочетания кристаллов А и В, по фиг. 3, на грань 3 кристалла А.

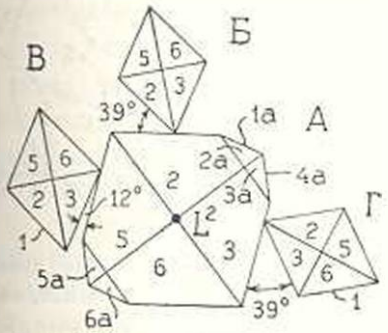
никовая ось всегда (также и у тригонального кварца) рациональна. Она представлена вектором [10$\bar{1}$2] и почти совпадает с нормалью к грани типа (30$\bar{3}$5), которая составляет здесь с двойниковой плоскостью угол в 89,5°. Поэтому закон Эстерель даже и при двух индивидах является полной триадой, а это должно приводить, повидимому, к более значительному снижению потенциальной энергии сростка.

Третьей особенностью закона Эстерель является то, что он обладает слабо выраженной тетрагональностью. Дело в том, что грань основной дипирамиды очень близка к грани дипирамиды (40$\bar{4}$5) и составляет с нею угол лишь около 60° 20′, а положительная и отрицательная грани такой дипирамиды, [4045] и (4045), почти перпендикулярны друг к другу, составляя угол в 89°5′. Поэтому двойникование по такой дипирамиде дает, даже при двух индивидах, полную триаду и приводит к возникновению блок-кристалла, в котором общая ось симметрии второго порядка становится псевдотетрагональной осью симметрии, а сам сросток уподобляется, по общей его симметрии, тетрагональному трапецоэдру. В связи с этим можно полагать, что в ряде случаев двойники, определяемые как не очень точные сростки типа Эстерель, представляют в действительности сростки по закону нормали к грани дипирамиды (4045).

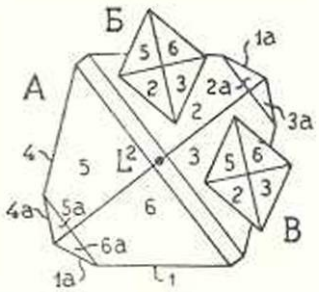
б. Двойниковый закон Сардиния. Двойниковой осью этого закона служит нормаль к грани дипирамиды (10$\bar{1}$2), составляющей со смежной с нею гранью дипирамиды (10$\bar{1}$1) угол около 19°. Второй индивид в двойниках Сардиния может быть выведен из первого также поворотом на угол 64°50′ вокруг оси симметрии второго порядка или на угол 86°4′ вокруг нормали к грани дипирамиды (10$\bar{1}$1). Вторая (обязательная) двой-

никовая ось в сростках Сардиния представлена вектором [1$\bar{1}$01], совпадающим с ребром между смежными гранями основного ромбоэдра. Поэтому сростки Сардиния также представляют триаду, притом в следующем составе: $\perp(10\bar{1}2)+[1\bar{2}10]+[10\bar{1}1]$.

Грани дипирамиды (10$\bar{1}$2) развиты на кристаллах слабо и обычно даже отсутствуют, т. е. принадлежат к числу слабых, а это должно указывать и на относительно меньшую вероятность двойников по данному закону, тем более в условиях принудительного расположения меньшего кристалла на уже существующих гранях основной дипирамиды большего кристалла.



Фиг. 6. Схема двойника по закону Сардиния. Два случая первоначального соприкосновения кристаллов, когда их главные оси лежат в одной плоскости. 1a... 6a грани дипирамиды (10$\bar{1}$2). Кристаллы А и Б, а также А и В сдвойникованы по нормали к грани 1a, а кристаллы А и Г—по нормали к грани 4a.

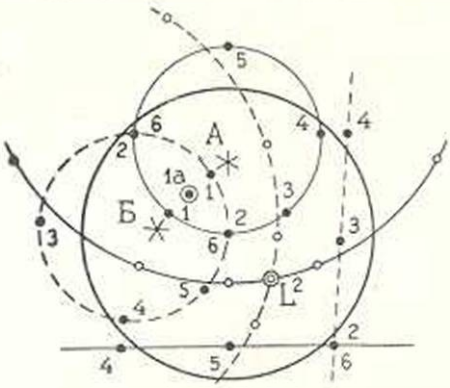


Фиг. 7. Схема первоначального соприкосновения кристаллов Б и В в двойнике Сардиния с гранями 2 и 3 основной дипирамиды кристалла А, смежными с осью симметрии, расположенной параллельно двойниковой плоскости 1a.

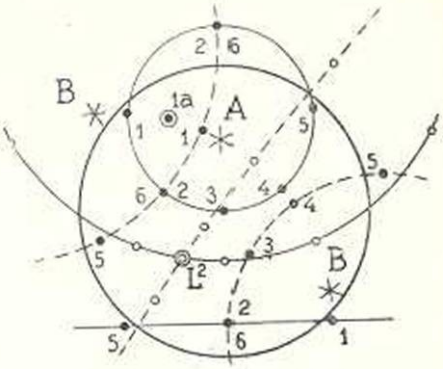
Если при первоначальной ориентировке кристаллов их главные оси располагаются в одной плоскости (фиг. 6), то начальное соприкосновение кристаллов может произойти либо по типу кристаллов А и Б или А и Г, либо же по типу кристаллов А и В. Во всех этих случаях взаиморасположение кристаллов будет неустойчивым, и для приведения его к полной устойчивости необходим поворот в первом случае на угол около 39° по отношению к грани 1, а во втором—на 12° по отношению к грани 4 кристалла А. После этих поворотов ориентировка закона Сардиния исчезает и заменяется ориентировкой по закону Эстерель, как у кристаллов Б и Г на фиг. 2.

Когда же главные оси не лежат в одной плоскости (фиг. 7), то соприкосновение кристаллов может произойти вначале лишь на гранях дипирамиды 2 или 3 кристалла А (соотношение для грани 5 такое же, как для грани 3, а для грани 6—как для грани 2). В первом случае (фиг. 7 и 8, кристаллы А и Б) меньший кристалл ляжет сразу же своей гранью 6 на параллельную ей грань 2 кристалла А, благодаря чему тип двойника не изменится. Во втором же случае (фиг. 7 и 9, кристаллы А и В) меньший

кристалл станет на грань 3 или 5 большего одной из вершин экваториального пояса. Поэтому он должен будет повернуться и ляжет на грань 3 кристалла А одной из четырех граней: 1, 2, 3 или 4. Если это будут грани 3 или 4, то окончательная ориентировка индивидов станет очень близкой к Японскому закону, если же будут грани 1 или 2, то окончательная ориентировка окажется близкой к Самшвильдо.



Фиг. 8. Стереографическая проекция сочетания кристаллов А и Б, по фиг. 7, на грань 2 кристалла А.



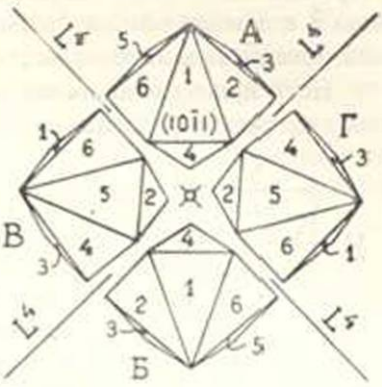
Фиг. 9. Стереографическая проекция сочетания кристаллов А и В, по фиг. 7, на грань 3 кристалла А.

Таким образом, двойниковая ориентировка по закону Сардиния, если она даже и возникает у разобщенных кристаллов, должна будет в подавляющем большинстве случаев исчезнуть и смениться ориентировкой по закону Эстерель, а в остальных случаях—главным образом по законам Японскому и Самшвильдо, и лишь в небольшом числе случаев ориентировка типа Сардиния будет сохраняться и в окончательном сростке. Следовательно, двойниковый закон Сардиния должен быть у порфировых кварцев очень редким явлением, что вполне согласуется с результатами исследований. До сих пор редкость таких двойников не получала исчерпывающего объяснения.

Закон Сардиния может представлять особый интерес, если его рассматривать совместно с законом Эстерель. Дело в том, что совместное двойникование по этим двум законам, если грани дипирамид $(10\bar{1}1)$ и $(01\bar{1}2)$ смежны и соответствуют одна положительному, а другая—отрицательному ромбоэдру, приводит к возникновению кубического блок-кристалла с общей симметрией пентагон триоктаэдра, в котором тройными осями служат главные оси четырех индивидов, а четверными осями—нормали к граням одного из основных ромбоэдров (фиг. 10 и 11). Возможность появления у кварца таких блок-кристаллов была выведена нами уже раньше [1].

в Японский двойниковый закон. У Японского двойникового закона его осью служит нормаль к грани дипирамиды $(12\bar{1}2)$, составляющая с главной осью кристалла угол в 47,7°. Второй индивид двойника может быть выведен из первого также поворотом на угол около 84,5° вокруг нормали к грани призмы, или на угол около 140,7° вокруг нормалей

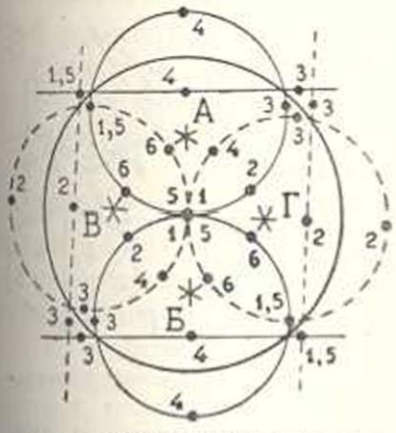
к двум смежным граням дипирамиды $(10\bar{1}1)$, или на угол около 109° вокруг нормалей к двум граням дипирамиды $(11\bar{2}1)$, при общем условии, чтобы все эти грани принадлежали одной зоне. Осью же этой зоны служит вектор типа $[\bar{2}113]$, перпендикулярный к двойниковой оси и почти совпадающий с нормалью к грани $(\bar{2}425)$. Этот вектор представляет вместе с тем ту обязательную двойниковую ось, которая появляется при любом повороте вокруг нормали к грани дипирамиды $(10\bar{1}1)$.



Фиг. 10. Схема кубического блок-кристалла кварца, образованного одновременным двойникованием по законам Эстерель и Сардиния. Индивиды А и Б, а также В и Г, сдвойникованы по закону Эстерель, А и В, а также Б и Г—по закону Сардиния, а индивиды А и Г, а также Б и В имеют взаиморасположение, очень близкое к закону Сардиния. Проекция на грань основной дипирамиды, перпендикулярную к четверной оси блока.

В таких двойниках общая нормаль к совпадающим граням призм обоих кристаллов является псевдотетрагональной осью симметрии, а сам сросток, если он содержит четыре индивида, уподобляется, по общей симметрии, тетрагональному трапецоэдру (фиг. 12 и 13). Таким образом, сростки по Японскому закону подобны, по общей их симметрии, сросткам Эстерель, откуда можно сделать вывод, что они должны характеризоваться примерно одинаковым значением потенциальной энергии, а вместе с тем и одинаковой вероятностью возникновения.

Примером тетрагонального блок-кристалла, построенного по Японскому двойниковому закону, могут служить сложные сетчатые сростки большого числа индивидов, описанные в статьях Д. П. Григорьева, И. И. Шафрановского, П. Рамдора и др. [5, 7 и 8]. Эти примеры показывают, что при особо благоприятных условиях могут возникать по Японскому закону очень сложные блок-кристаллы, общая симметрия которых, в силу взаимопогашения неточностей, становится очень точной тетрагональной.

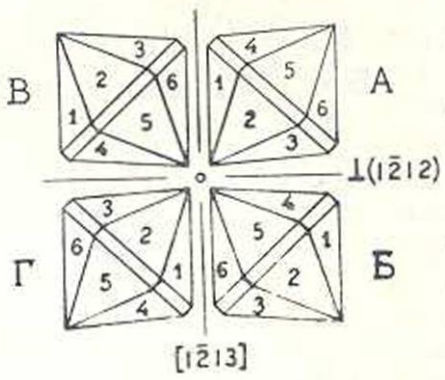


Фиг. 11. Стереографическая проекция кубического блок-кристалла, по фиг. 10, на ту же грань дипирамиды.

Можно полагать, что ведущим фактором при возникновении подобных сростков является стремление триады кварца $[10\bar{1}0] + [1\bar{2}13] + \perp (1\bar{2}12)$ к совмещению

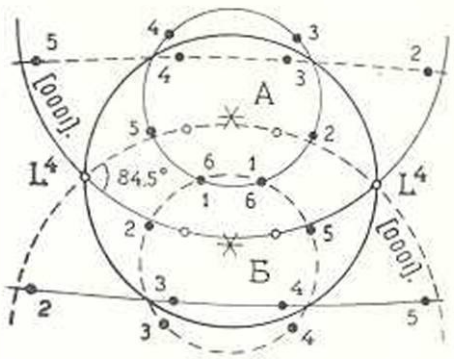
с главнейшей триадой полевого шпата $\perp (010) + [001] + \perp [001] \parallel (010)$. При этом главные оси кристаллов кварца располагаются по отношению к третьей оси полевого шпата как изогнутое коромысло весов по отношению к его точке опоры, благодаря чему совокупность энергетических полей приводится, надо полагать, к минимуму их потенциальной энергии.

Если при возникновении ориентировки по Японскому закону главные оси кристаллов располагаются точно в одной плоскости, то первоначальное их соприкосновение может происходить ребром к ребру (фиг. 12, кристаллы А и Б или А и В; фиг. 14, кристаллы А и Б), причем это будут ребра $[\bar{2}113]$ между смежными гранями основной дипирамиды. В подобных условиях окончательное соприкосновение кристаллов будет совершаться, после некоторого их поворота, лежащими напротив друг друга гранями основной дипирамиды 3 и 4 (фиг. 13 и 14, кристаллы А и Б). Но после этого поворота сочетание кристаллов будет уже двойником не Японским, а Эстерель.

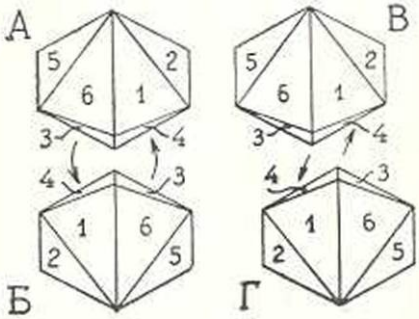


Фиг. 12. Схема тетрагонального блок-кристалла, образованного по Японскому закону. Проекция на плоскость общей грани призмы, перпендикулярную к четверной оси блока. Индивиды А и Б, а также В и Г, сдвойникованы по Японскому закону А и Г, а также Б и В — по закону нормали к грани призмы, а индивиды А и В, а также Б и Г — по закону ребра $[1\bar{2}13]$.

Если же при первоначальном соприкосновении кристаллов их главные оси будут лежать не вполне точно в одной плоскости, то окончательное соприкосновение кристаллов, после небольшого их сдвига, произойдет наискось расположенными гранями основной дипирамиды 3 и 3 или 4 и 4, симметричными



Фиг. 13. Стереографическая проекция Японского двойника содержащего индивиды А и Б, по фиг. 12, на плоскость перпендикулярную к двойниковой оси.



Фиг. 14. Схема возможного взаиморасположения индивидов в Японском двойнике. Проекция на плоскость, перпендикулярную к двойниковой оси. У кристаллов А и Б главные их оси в одной плоскости.

в каждой паре относительно двойниковой оси (фиг. 13; фиг. 14, кристаллы В и Г). В этом случае двойник остается Японским.

Наконец, когда меньший кристалл приближается к большему со стороны общей грани призмы (фиг. 14, кристаллы А и Г или Б и В), то окончательное устойчивое их соприкосновение может осуществиться только после очень значительного поворота, направление которого будет определяться, в основном, внешними причинами (влияние тяготения, движение струй расплава, механические препятствия и т. п.). В результате будет получаться совпадение граней дипирамиды 2 с 2, или 5 с 5, или 2 с 5 (фиг. 13 и 14). Могущие при этом возникнуть новые двойниковые ориентировки не представляется возможным предугадать теоретически.

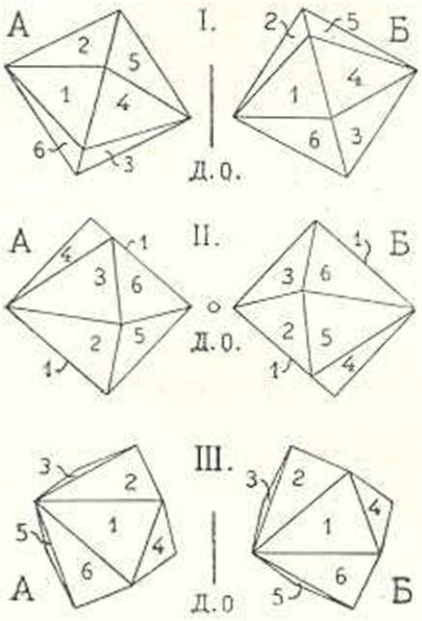
г. *Двойниковый закон Самшвильдо.* Такого рода срастания, повидимому, не следует квалифицировать как самостоятельный закон, но для нашего исследования мы пока все же примем, что такой закон существует, и что соответствующие ему сростки могут возникать в качестве самостоятельных образований. Можно принять, что и в этом типе срастаний индивиды будут приходить к ориентированному взаиморасположению еще до их соприкосновения, и что главные оси их будут стремиться к тому, чтобы располагаться в одной плоскости.

Второй индивид в сростках Самшвильдо может быть выведен из первого несколькими способами: поворотом на угол около 39,3° вокруг нормали к грани основной дипирамиды, на угол в 90° вокруг нормали к грани $(12\bar{1}5)$, на угол около 146,2° около вектора, близкого к нормали к грани $(20\bar{2}9)$, на угол 140,8° около вектора, близкого к нормали к грани $(12\bar{1}8)$, на 98,7° около вектора, близкого к нормали к грани $(\bar{2}027)$, и на угол около 46,2° вокруг вектора [1213]. Эти шесть векторов принадлежат все одной зоне, и среди них нет ни одного из тех двух, $[1\bar{2}10]$ и $[10\bar{1}0]$, главнейших в кристалле, которые фигурируют во всех, уже рассмотренных типах срастаний. Вместе с тем и двойниковая ось в сростках Самшвильдо иррациональна, представляя всего лишь только перпендикуляр к вектору [1213], параллельный грани основной дипирамиды.

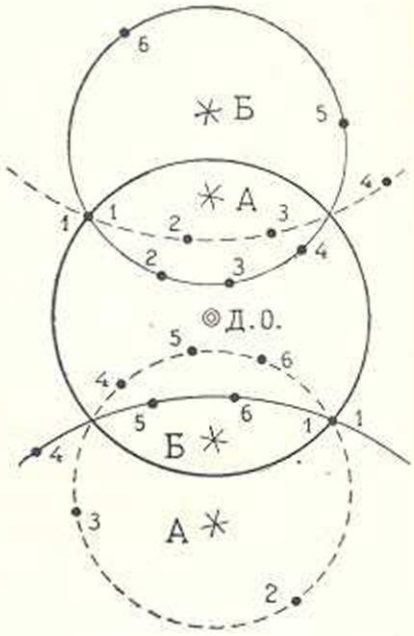
Таким образом, ориентировка Самшвильдо представляет лишь геометрический двойник, а вместе с тем она вполне подобна, так называемым, сложным законам плагиоклаза, как, например $\perp[100] \parallel (010)$, $\perp[001] \parallel (0\bar{1}0)$ и т. п., представляющим третий компонент триад, не играющий в них самостоятельной роли. У кварца аналогичная триада имеет следующий вид $\perp(10\bar{1}1)+[\bar{2}113]+\perp[\bar{2}113] \parallel (10\bar{1}1)$, где первые два компонента, играющие главную роль, представлены двойниковыми осями законов Эстерель и Японского.

При ориентировке Самшвильдо первоначальное соприкосновение кристаллов будет осуществляться почти всегда вершиной одного к грани другого, т. е. будут возникать крайне неустойчивые положения (фиг. 15). Для приведения их к устойчивости требуются почти во всех случаях очень значительные повороты кристаллов, а это, за редкими исключениями,

приводит к изменению типа срастания. Чтобы выяснить все возможные варианты окончательных устойчивых взаиморасположений кристаллов, составлена стереографическая проекция сростка Самшвильдо на плоскость, перпендикулярную к двойниковой оси, а вместе с тем и к параллельным друг другу гранями 1 и 1 основной дипирамиды обоих кристаллов (фиг. 16).



Фиг. 15. Схема взаиморасположения индивидов в сростке типа Самшвильдо. I — главные оси кристаллов в одной плоскости; проекция на плоскость, параллельную главным осям и двойниковой оси. II — проекция на плоскость, перпендикулярную к двойниковой оси; главные оси кристаллов в одной плоскости. III — проекция на плоскость параллельных друг другу граней дипирамиды 1 и 1.



Фиг. 16. Стереографическая проекция сростка Самшвильдо на плоскость, перпендикулярную к двойниковой оси. Параллельные друг другу грани основной дипирамиды обоих кристаллов обозначены номером 1. Нумерация кристаллов и их граней та же, как и на фиг. 15.

Первый вариант. Главные оси кристаллов лежат в одной плоскости, и первоначальное соприкосновение может произойти либо вершиной граней 2—3—5—6 кристалла Б к ребру граней 2 и 3 кристалла А, или такой же вершиной кристалла А к ребру граней 5 и 6 кристалла Б, либо главной вершиной дипирамиды кристалла Б к ребру граней 5 и 6 кристалла А, или же, наконец, главной вершиной кристалла А к ребру граней 2 и 3 кристалла Б (фиг. 15, 16). Во всех этих случаях кристаллы после значительного поворота приходят к совершенно новой ориентировке, в большинстве к параллельной, и гораздо реже—к положению Японского двойника, как к наиболее устойчивым при условии, что главные оси кристаллов располагаются либо более или менее параллельно, либо перпендикулярно друг другу.

Второй вариант. Главные оси кристаллов не лежат в одной плоскости, в связи с чем второй индивид, кристалл Б, первоначально прикасается к той или иной грани кристалла А. По числу граней дипирамиды возможны шесть случаев (фиг. 15, 16).

Случай 1. Кристалл Б приходит в соприкосновение с гранью 1 кристалла А, притом параллельной ей своей гранью 1. Поэтому кристалл Б получает сразу же устойчивое положение, и тип двойникового срастания не меняется.

Случай 2. Кристалл Б соприкасается с гранью 2 кристалла А, притом обязательно вершиной граней 1—2—4—5. Для приведения к устойчивому положению кристалл Б должен лечь на грань 2 кристалла А одной из указанных выше граней. Наименьший поворот требуется при этом для грани 2, около 30°, для других же граней требуются повороты на углы, превышающие 40°. После поворота главные оси кристаллов будут составлять очень малый угол друг с другом, в связи с чем наиболее вероятной окончательной ориентировкой кристаллов должна быть параллельная.

Случай 3. Соприкосновение кристалла Б с гранью 3 кристалла А. Осуществляется оно вершиной граней 2—3—5—6, одной из которых кристалл Б должен лечь на грань 3 кристалла А. Требующийся для этого поворот будет наименьшим для граней 2 и 3, но и он не меньше 40°, в связи с чем кристаллы должны притти к совершенно новой взаимной ориентировке, и таковая будет, вероятнее всего, параллельной.

Случай 4. Первоначальное соприкосновение кристаллов осуществляется на грани 4 кристалла А, притом обязательно вершиной граней 3—4—1—6. Здесь единственно вероятным является совмещение грани 3 кристалла Б с гранью 4 кристалла А, но положение оси соответствующего поворота и его направление остаются неопределенными. Поэтому не исключена возможность того, что тип срастания не изменится, но более вероятна полная перестройка, с переходом кристаллов к параллельной или иной, настолько же устойчивой ориентировке.

Случай 5. Кристалл Б приходит в первоначальное соприкосновение с гранью 5 кристалла А, притом главной вершиной дипирамиды. Приведение кристалла Б к устойчивому положению совершается, вероятнее всего, совмещением его грани 4 с гранью 5 кристалла А, для чего требуется поворот на угол около 20°. После поворота кристаллы могут оказаться в параллельном положении, но не исключено и то, что сохранится прежний тип ориентировки.

Случай 6. Соприкосновение кристалла Б с кристаллом А происходит на грани 6 второго, притом главной вершиной дипирамиды кристалла Б. Наиболее вероятным является в этом случае совмещение граней 6 и 6 кристаллов, для чего требуется угол поворота не менее 30°. Окончательная ориентировка будет, повидимому, такой же, как и в случае 5.

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев, т. е. когда главные оси кристаллов должны лежать в одной плоскости, ориентировка по типу Самшвильдо не может сохраниться. В остальных же случаях, когда главные оси не лежат в одной плоскости, ориентировка Самшвиль-

до тоже в большинстве случаев должна будет замениться какой-либо другой. Следовательно, подобная ориентировка, если бы она даже и возникала в качестве самостоятельной, не могла бы сохраниться в окончательно сформированных сростках в сколько-нибудь значительном числе случаев, так как при любом варианте первоначального соприкосновения кристаллов требуются, для приведения их к устойчивому взаимному расположению, столь значительные повороты, что ориентировка эта безусловно должна исчезнуть и замениться иными, гораздо более устойчивыми ориентировками: параллельной или по двойниковым законам Эстерель и Японскому.

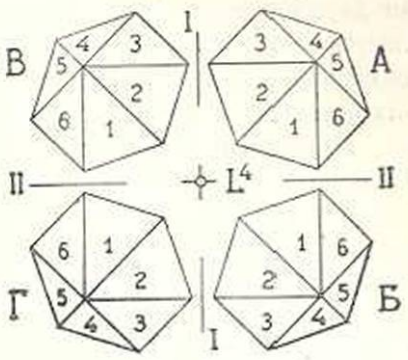
Для общей характеристики срастаний по типу Самшвильдо очень интересные материалы имеются в статье самого Г. Г. Леммлейна [6]. Вероятность возникновения таких сростков он определяет в 3,3%, при точности взаимной ориентировки кристаллов в $\pm 3^0$. Между тем статистика сростков, приведенная им, дает совершенно иную картину. Так, для месторождения Самшвильдо 40% случаев представлены параллельными сростками, и если 1118 сростков по законам Эстерель и Вёрешпатак (Японскому) охватывают даже почти все остающиеся 60%, то 15 сростков Самшвильдо составят всего лишь около 0,8%, т. е. в четыре раза меньше, чем подсчитанная для них вероятность. Для месторождения Кафан соотношение будет, повидимому, тем же, так как отношение числа случаев срастаний по законам Эстерель и Вёрешпатак к числу случаев Самшвильдо в этом месторождении такое же, как и в месторождении Самшвильдо, а именно: $(537+581) : 15 \approx (130+145) : 4$. Далее, для месторождения Корнуэльс $600+300+15$ случаев сростков Эстерель, Вёрешпатак и близких к Самшвильдо составляют не более 50%, откуда вытекает, что 15 сростков Самшвильдо (или близких к ним) дадут никак не более 0,8%. Таким образом, для трех месторождений получается совершенно одинаковая частота сростков этого типа, и везде она намного ниже той вероятности, которая была выведена Г. Г. Леммлейном.

Более благоприятная картина получается у Г. Г. Леммлейна в его подсчетах частоты отпечатков, но такой метод решения задачи ошибочен, так как частота отпечатков является прежде всего обратной функцией прочности сростков, а следовательно и их вероятности. В силу этого и получается то, что для параллельной ориентировки мы имеем в числе сростков до 40—50%, в числе же отпечатков—не более 28%. Для ориентировки же Самшвильдо имеется почти 6% в отпечатках и всего лишь только 0,8% в числе сростков.

Сравнивая сростки Самшвильдо с Эстерель и Японскими, можно установить еще следующее различие. Сростки Эстерель и Японские представляют точные триады и вместе с тем тетрагональные блок-кристаллы с приближенной симметрией тетрагонального трапецоэдра, что может служить достаточно надежным показателем их большой устойчивости. При этом у сростков Эстерель тетрагональной осью служит общая для обоих кристаллов ось симметрии второго порядка, а в Японских двойниках—нормаль к общей грани призмы, т. е. в обоих случаях важнейшие

векторы кристаллов. Ориентировка же по типу Самшвильдо представляет только лишь геометрический двойник, т. е. сросток с иррациональной двойниковой осью, являющейся не самостоятельным компонентом в триаде законов Эстерель и Японского.

Правда, ориентировка Самшвильдо также содержит в себе элемент тетрагональности, и тетрагональной осью может служить здесь нормаль к грани $(12\bar{1}5)$, так как зоны $[(0001) : (\bar{2}115)]$ и $[(0001) : (11\bar{2}5)]$ пересекаются под прямым углом. В подобном тетрагональном блок-кристалле главными осями симметрии второго порядка служат перпендикулярные друг к другу пучки совпадающих нормалей к грани призмы одного из кристаллов и к грани $(1\bar{2}11)$ другого (фиг. 17). Но для возникновения такого блок-кристалла необходимо, чтобы двойниковой осью сделалась также и нормаль к грани $(12\bar{1}5)$, а это неминуемо вызывает двойникование и по нормали к грани $(\bar{1}211)$, т. е. по закону Брейтгаупта. Вместе с тем это превращает нормаль к грани призмы в тетрагональную ось. В таком „соревновании" победа едва-ли будет на стороне ориентировки Самшвильдо. Кроме того, двойникование по нормали к грани $(12\bar{1}5)$ вообще мало вероятно, так как оно очень легко перестраивается на более устойчивое срастание готовых кристаллов по Японскому закону $\perp(\bar{1}212)$.



Фиг. 17. Схема возможного тетрагонального блок-кристалла из четырех индивидов при повторном двойниковании по типу Самшвильдо. Тетрагональная ось совпадает с нормалью к грани $(12\bar{1}5)$. У кристаллов А и Б параллельны друг другу грани основной дипирамиды 2 и 2, а двойниковая их ось—I—I То же у кристаллов В и Г. У кристаллов А и В параллельны друг другу грани основной дипирамиды 1 и 1, а двойниковая их ось—II—II. То же у кристаллов Б и Г.

Основываясь на всем сказанном, мы приходим к выводу, что ориентировку Самшвильдо не следует считать самостоятельным двойниковым законом. Те, относительно очень немногочисленные случаи такого рода срастаний, которые наблюдаются в природе, объясняются вполне удовлетворительно как следствие искажения первоначальных сочетаний кристаллов по законам Эстерель, Японскому и Сардиния в процессе принудительного приведения одного из кристаллов к окончательному устойчивому расположению на поверхности другого.

Пытаясь доказать «правомощность» ориентировки Самшвильдо, Г. Г. Леммлейн приводит построение плоской сетки на грани дипирамиды и некоторые расчеты, которые должны показать, что при ориентировке Самшвильдо якобы возникает комплицированная сетка совпадающих узлов плоских сеток одного и другого кристалла. Мы считаем все это мало убедительным, так как, во-первых, узлы сеток не обладают той симметрией, которая необходима для возникновения комплицированной сет-

ки, во-вторых, даже при очень малом отклонении от теоретического угла поворота одной сетки относительно другой отпадает всякая возможность точного совпадения каких бы то ни было рядов сеток, и, в-третьих, если равенство или кратность параметров сеток лишь приблизительные, но не абсолютно точные, то динамическое взаимодействие двух сеток, даже при точном совпадении в них каких-либо рядов, должно приводить не к резонансу или гармонии, а к возникновению биений и к диссонансу, которые едва ли могут способствовать понижению потенциальной энергии в системе двух решеток. Слабой стороной этих построений Г. Г. Леммлейна является также и то, что в них нет ничего, кроме чистой геометрии, а этого, безусловно, недостаточно для решения сложных энергетических взаимоотношений, возникающих при срастаниях кристаллов.

Поэтому мы полагаем, как было указано выше, что ориентировку Самшвильдо не следует считать самостоятельным двойниковым законом.

Выводы

Критический анализ условий образования двойниковых сростков порфировых кварцев, протекающего в специфической обстановке принудительного (единственно возможного) срастания кристаллов только гранями их основной дипирамиды, приводит к следующим окончательным выводам.

1. Параллельная ориентировка, возникающая у разобщенных, первоначально, кристаллов, не нарушается после их соприкосновения и приведения к окончательному устойчивому положению одного на другом. Параллельная ориентировка возникает в окончательном положении также и тогда, когда кристаллы, в силу неустойчивости их взаиморасположения при первоначальном соприкосновении, приходят к такому новому взаиморасположению, при котором их главные оси оказываются более или менее параллельными друг другу.

2. Ориентировка по двойниковому закону Эстерель в большинстве случаев не подвергается нарушению. Лишь в очень небольшом числе случаев она может заменяться в окончательном положении кристаллов ориентировками по законам Японскому или Сардиния.

3. Первоначальная ориентировка по закону Сардиния в подавляющем большинстве случаев не сохраняется при окончательном устойчивом соприкосновении кристаллов и заменяется преимущественно законом Эстерель и в небольшой степени законом Японским. Лишь в очень редких случаях ориентировка по закону Сардиния может сохраниться как таковая.

4. В сочетаниях кристаллов по Японскому закону ориентировка частью сохраняется, частью же заменяется ориентировкой Эстерель, но в ряде случаев она может сменяться другими положениями, предопределить которые теоретически не представляется возможным ввиду большого угла поворота кристаллов при их приведении к окончательному устойчивому взаиморасположению.

5. Ориентировка по типу Самшвильдо, если бы таковая даже и возникала самостоятельно (т. е. при разобщенном состоянии кристаллов), может сохраниться только в относительно очень редких случаях, в подавляющем же большинстве она неминуемо исчезает и заменяется ориентировкой либо параллельной, либо по законам Японскому или Эстерель. Немногочисленные случаи срастаний по типу Самшвильдо, наблюдающиеся в природе, могут быть объяснены вполне удовлетворительно как результат искажения первоначальных сочетаний кристаллов по законам Эстерель, Японскому и Сардиния в процессе принудительного срастания кристаллов гранями основной дипирамиды.

Основываясь на этих выводах, можно дать следующую формулу вероятной частоты окончательно сформированных сростков разных типов:

Параллельные сростки $\geq$ Эстерель $>$ Японский закон $\gg$ сростки Самшвильдо и Сардиния.

Степень же вероятности возникновения этих типов ориентировок кристаллов при их еще разобщенном состоянии должна быть дана в виде существенно иной формулы:

Параллельные сростки $\geq$ Эстерель $\approx$ Японский закон $>$ Сардиния $\gg$ Самшвильдо.

Здесь основанием для признания равной вероятности ориентировок Эстерель и Японской служит то, что они обе приводят к образованию блок-кристаллов, имеющих общую симметрию тетрагонального трапецоэдра, параллельные же сростки обладают, как и сами кристаллы высокотемпературного кварца, общей симметрией гексагонального трапецоэдра.

Первая наша формула в общем совпадает с формулой Г. Г. Леммлейна, предложенной им для «выживших» сростков ([6], стр. 141). Вторая же формула отличается существенно от всех тех формул Г. Г. Леммлейна, которые должны показывать степень вероятности разных сочетаний кристаллов. Как у Г. Г. Леммлейна, так и у нас формулы реальной и вероятной частоты тех или иных сочетаний не совпадают. Проведенный нами анализ показывает достаточно ясно и убедительно причину таких расхождений, между тем как у Г. Г. Леммлейна эта сторона вопроса осталась не решенной, в частности для закона Сардиния (стр. 141). Этим подтверждается действительное значение фактора принудительности той или иной окончательной ориентировки при срастаниях кристаллов обязательно гранями, принадлежащими только некоторым определенным формам. У порфировых кварцев такой формой является основная дипирамида.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступило 19 VI 1953

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варданянц Л. А.*, Триадная теория двойниковых образований минералов. Издание АН Армянской ССР, 1950.
2. *Варданянц Л. А.*, Комплексные двойники плагиоклаза. Издание АН Армянской ССР, 1952.

3. *Варданянц Л. А.* Теория поворотов кристалла в двойниках. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), том. V, № 4, 1952.
4. *Варданянц Л. А.* Ревизия кубо-октаэдрического двойникового закона алюмокалиевых квасцов. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), том V, № 6, 1952.
5. *Григорьев Д. П. и Шафрановский И. И.* Эпитаксическое нарастание кварца на полевой шпат. Записки Всерос. минералогич. Общ., часть 75, № 4, 1946.
6. *Леммлейн Г. Г.* О закономерных срастаниях порфировых кварцев на грани (10$\bar{1}$1). Труды Лаборат. кристаллографии АН СССР, вып. 2, 1940.
7. *Шафрановский И. И. и Осадчев Б. Я.* О закономерном срастании кристаллов кварца из тектонической брекчии Волыни. Минералог. сборник Львовского геологич. Общ., № 4, 1950.
8. *Ramdohr P.* Eine Fundstelle von Berillium-Mineralien im Gebiet der kleinen Spitzkopje, Südwestafrika, und ihre Paragenesis. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal., B.—B., Abt. A, Bd. 76, Hf. 1, 1940.

Լ. Ա. Վարդանյանց

ՊՈՐՖԻՐԱՅԻՆ ԿՎԱՐՑԵՐԻ ԿՐԿՆԱԲՅՈՒՐԵՂԱՑՄԱՆ ՕՐԵՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում հեղինակը քննադատության է ենթարկում որոշ դիտնականների պատկերացումները պորֆիրային կվարցերի կրկնաբյուրեղացման ձևերի և օրենքների մասին։

Պորֆիրային կվարցերի բյուրեղները սովորաբար հեկսագոնալ դիպիրամիդային են (հիմնական դիպիրամիդա)։ Բյուրեղները ստանում են այս կամ այն օրինաչափ կողմնորոշումն այն ժամանակ, երբ նրանք դեռ չեն հպվում, ընդորում դա կարող է լինել կամ զուգահեռ, և կամ ինչ որևէ կրկնաբյուրեղային կողմնորոշում։

Առաջին դեպքում բյուրեղներն արդեն սկզբնական հպման ժամանակ անմիջապես ստանում են վերջնական կայուն դիրք, ընդորում սկզբնական կողմնորոշման ձևը չի փոխվում։

Երկրորդ դեպքում բյուրեղներն սկզբնական հպման ժամանակ սովորաբար ստանում են անկայուն դիրք։ Կայուն դիրք ստանալու համար բյուրեղներից մեկը և կամ երկուսն էլ պիտի զառնան որոշ անկյամբ։ Դրա հետևանքով սկզբնական կողմնորոշումը խախտվում է և նրա փոխարեն առաջանում է մի նորը, ընդորում կրկնաբյուրեղային կողմնորոշումների որոշ ձևերը՝ օրինակ ըստ Սարդինեայի օրենքի՝ կարող են լիովին կամ գրեթե լիովին կորչել։

Հետևաբար՝ օրինաչափ կողմնորոշումների այն հաճախականությունը, որը դիտվում է պորֆիրային կվարցերի մոտ, չի կարող որոշել տարբեր կողմնորոշումների իսկական հավանականությունը, սակայն ցույց է տալիս սկզբնական (այսինքն ամենահավանական) կողմնորոշումների կանոնավոր կերպով կատարվող խախտման հետևանքը՝ բյուրեղների իրար հետ հիմնական դիպիրամիդային կողերի միջոցով ստիպողական միակցման ընթացքում։

Սրա հիման վրա հեղինակը եզրակացնում է, որ՝

ա) որոշ օրինաչափ կողմնորոշումների համար Գ. Գ. Լեմմլեյնի կողմից արտածած հավանականությունը իրականության չի համապատասխանում, և բ) կրկնաբյուրեղային, ըստ Գ. Գ. Լեմմլեյնի, Սամշվիլդո միակցման ձևը չի կարող համարվել անկախ օրենք, քանի որ դա լոկ երկրաչափական կրկնակ է իռացիոնալ առանցքով։