

Иш. 1444

Изъ Минералогической Лабораторіи СІБ. Политехническаго Института.

Ф. Левинсонъ-Лессингъ.

548.2

Л 36

Тришакъ

КЪ ВОПРОСУ
О КРИСТАЛЛИЧЕСКИХЪ ДВОЙНИКАХЪ.

Отдѣльный оттискъ
изъ «Извѣстій С.-Петербургскаго Политехническаго Института»
за 1908 г. Томъ ІХ.

№ 79-I-62.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1908.

521

Изъ Минералогической Лабораторіи СИБ. Политехническаго Института.

Ф. Левинсонъ-Лессингъ.

548.24

2441 ~~1441~~

КЪ ВОПРОСУ О КРИСТАЛЛИЧЕСКИХЪ ДВОЙНИКАХЪ.

Отдѣльный оттискъ
изъ «Извѣстій С.-Петербургскаго Политехническаго Института»
за 1908 г. Томъ IX.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1908.





Х. Къ вопросу о кристаллическихъ двойникахъ.

Ф. Левинсона-Лессинга.

Общая замѣчанія и классификація.

Несмотря на то, что по вопросу о кристаллическихъ двойникахъ имѣется обширная литература, условія возникновенія двойниковъ не могутъ считаться вполне выясненными, а существующія теоріи двойниковыхъ образованій въ общемъ имѣютъ характеръ формальнаго описанія геометрическихъ правильностей, а не физическаго объясненія одного изъ интереснѣйшихъ явленій кристаллизаціи. Неполнота нашихъ свѣдѣній въ этой области особенно даетъ себя знать при изложеніи главы о двойникахъ на лекціяхъ или при составленіи руководства по кристаллографіи, какъ пришлось это мнѣ испытать въ прошедшемъ году, когда я приступилъ къ составленію приуроченнаго къ моимъ лекціямъ руководства. Необходимы экспериментальныя изслѣдованія надъ механизмомъ возникновенія различныхъ типовъ двойниковыхъ образованій. Въ настоящей замѣткѣ и изложены нѣкоторыя мысли и соображенія, къ которымъ я пришелъ, обдумывая съ одной стороны постановку опытовъ этого рода, съ другой наиболѣе рациональное изложеніе главы о двойникахъ въ курсѣ кристаллографіи.

Подъ общимъ названіемъ «двойники, двойниковыя образованія» объединяютъ различныя по морфологическимъ особенностямъ и по генезису комплексныя кристаллическія формы, для которыхъ является общимъ признакомъ лишь то обстоятельство, что онѣ состоятъ изъ двухъ или большаго числа одинаковыхъ недѣлимыхъ въ законѣрномъ сочета-

ній. Возможность примѣненія къ значительному числу двойниковъ искусственнаго, удобнаго въ мнемотехническомъ отношеніи представленія объ ихъ образованіи путемъ гемитропіи (вращенія на 180°), открыла путь для изученія различныхъ геометрическихъ законовъ двойниковаго срастанія и проростанія. Не отрицая всего значенія этого пути для систематизаціи и запоминанія двойниковыхъ образованій, слѣдуетъ вмѣстѣ съ тѣмъ отмѣтить, что эти искусственно-механическія воззрѣнія повлекли за собою привычку противопоставлять двойники простымъ кристалламъ, какъ нѣчто особенное, отъ нихъ отличное. Не можетъ однако подлежать сомнѣнію, что громадное большинство двойниковъ (всѣ, кромѣ двойниковъ расщепленія, двойниковъ параморфическаго и механическаго происхожденія) получаются не изъ готовыхъ простыхъ кристалловъ, а возникаютъ непосредственно при кристаллизаціи вещества, такъ-же какъ возникаютъ и простые кристаллы. Извѣстно, что примѣси къ кристаллизующемуся раствору, напр. вещества увеличивающія его вязкость, могутъ служить причиной выдѣленія двойниковъ вмѣсто простыхъ кристалловъ. Большое значеніе имѣетъ также и скорость кристаллизаціи, какъ показываютъ напр. опыты Гобера, получавшаго двойники квасцовъ при быстрой кристаллизаціи растворовъ, насыщенныхъ при высокой температурѣ ¹⁾, и нѣкоторые опыты Баумгауера ²⁾. Хорошо извѣстно, что одинъ и тотъ же минералъ встрѣчается въ природѣ какъ въ видѣ простыхъ кристалловъ, такъ и въ видѣ двойниковъ, что нѣкоторымъ мѣсторожденіямъ и нѣкоторымъ парагенетическимъ группамъ присущи опредѣленные двойниковыя образованія, чуждыя другимъ мѣсторожденіямъ или рѣже въ нихъ встрѣчающіяся. Все это такіе факты, которые опредѣленно говорятъ въ пользу того, что двойниковыя образованія являются, вѣроятно, въ большей мѣрѣ функцией условій кристаллизаціи, чѣмъ слѣдствіемъ индивидуальныхъ особенностей кристаллизующагося вещества. Прихо-

¹⁾ Gaubert. Bull. Soc. Min. 19, p. 431. 1896.

²⁾ H. Baumhauer. Die neuere Entwicklung der Krystallographie, 1905, p. 121. (Изъ серіи „Die Wissenschaft“, № 7).

дится, повидимому, признать, что способность давать двойниковыя образованія является общимъ свойствомъ кристалловъ, подобно тому какъ общимъ ихъ свойствомъ считаются теперь и явленія полиморфизма. Если не для всѣхъ кристаллизующихся тѣлъ извѣстны двойники, то слѣдуетъ объяснять это не тѣмъ, что данное вещество неспособно давать двойники, а тѣмъ, что не найдены еще подходящія для этого условія кристаллизаціи. Подобно тому какъ подходящимъ измѣненіемъ условій кристаллизаціи можно видоизмѣнять габитусъ кристалловъ, типъ комбинаціи, можно получать ту или иную полиморфную модификацію, вѣроятно удастся получать и двойники. Съ этой точки зрѣнія двойники являются особой формой равновѣсія кристаллическаго вещества, получающейся при наличности опредѣленныхъ внѣшнихъ условій кристаллизаціи. Двойниковыя образованія слѣдуетъ разсматривать не какъ нѣчто особенное, отличное отъ образованія простыхъ кристалловъ, а какъ одинъ изъ случаевъ равновѣсія кристаллическаго вещества, подчиняющійся общимъ законамъ, которые управляютъ явленіями кристаллизаціи.

Такой взглядъ, единственно, какъ мнѣ представляется рacionalesный, и который я проводилъ на своихъ лекціяхъ по кристаллографіи, былъ уже высказанъ въ литературѣ послѣдняго времени.

Съ точки зрѣнія морфологической этотъ взглядъ проводить Чермакъ ¹⁾ въ одной изъ послѣднихъ своихъ статей; съ точки зрѣнія динамики кристаллообразованія разсматриваетъ его въ только что появившейся работѣ Вернадскій ²⁾. „Исходнымъ пунктомъ“, говоритъ Вернадскій, „является признание двойниковъ за одно изъ явленій кристаллизаціи, подчиняющееся законамъ равновѣсія“. Я не намѣренъ въ настоящей статьѣ входить въ разсмотрѣніе вопроса, въ ка-

¹⁾ G. Tschermak, Einheitliche Ableitung der Krystallisations- und Zwillingsgesetze. Zeitschr. für Krystallogr., 39, 433, 1904.

²⁾ В. Вернадскій. Къ физической теоріи кристаллическихъ двойниковъ. Изв. Акад. Наукъ, 1907, 335.

кой мѣрѣ приѣмлемо допущеніе Вернадскаго о существованіи въ кристаллахъ особой энергіи анизотропной, или векторіальной, и возможно ли векторіальность физическихъ свойствъ кристалловъ разсматривать какъ особый видъ энергіи. Если признать векторіальность за особую форму энергіи, разсужденія Вернадскаго даютъ стройную картину тѣхъ возможныхъ комбинацій различныхъ составныхъ частей энергіи кристалла, играющихъ роль при кристаллизаціи, которыя ведутъ къ возникновенію простыхъ кристалловъ и различныхъ типовъ двойниковъ. Двойниковыя образования являются одной изъ формъ равновѣсія кристаллическаго состоянія, которая опредѣляется взаимодействіемъ свойствъ кристаллизующагося вещества и окружающей его среды. Не будучи сторонникомъ выдѣленія векторіальности въ особый видъ энергіи, я полагаю, что явленія двойниковыхъ сростаній могутъ быть объяснены лишь экспериментальнымъ путемъ, а не при помощи тѣхъ или иныхъ допущеній. Несмотря на всю стройность набросанной Вернадскимъ картины, она представляется мнѣ пока не физической теоріей кристаллическихъ двойниковъ, а лишь остроумными сочетаніями, вытекающими изъ нѣкотораго допущенія. Однако, независимо отъ правильности или ошибочности теоріи Вернадскаго — а разрѣшеніемъ этого вопроса, какъ уже сказано, я здѣсь не задаюсь — цѣнно сведеніе явленій двойниковыхъ образований къ общимъ явленіямъ кристаллизаціи. Надо надѣяться, что скоро перестанутъ противопоставлять двойники, какъ сростки двухъ или нѣсколькихъ недѣлимыхъ, простымъ кристалламъ. Пора и то, и другое разсматривать какъ различные проявленія кристаллизаціонныхъ силъ; пора признать, что появленіе на кристаллѣ граней различныхъ простыхъ фигуръ въ видѣ комбинаціи или граней одной и той-же фигуры въ видѣ двойниковъ, по существу лишь различные проявленія одного и того-же процесса: приспособленія кристаллизующагося вещества къ внѣшнимъ условіямъ, отысканіе имъ того состоянія равновѣсія, которое при данныхъ условіяхъ является наиболѣе устойчивымъ: это устойчивое состояніе равновѣсія можетъ быть простой

фигурой, той или иной комбинаціей, тѣмъ или инымъ двойниковымъ образованіемъ.

Несмотря на такое единство взгляда на простые кристаллы и двойники, слѣдуетъ признать, что между различными типами двойниковъ существуетъ довольно значительное различіе, какъ съ точки зрѣнія геометрической закономерности, такъ и по условіямъ ихъ возникновенія. Между разными типами двойниковыхъ образованій различіе въ этомъ отношеніи не меньше, чѣмъ между простыми кристаллами и двойниками вообще. Конечно, только экспериментальныя изслѣдованія могутъ установить и освѣтить эти различія, а до тѣхъ поръ онѣ являются лишь гипотетическими и чисто формальными. Тѣмъ не менѣе представляется нелишнимъ отмѣтить эти различія, хотя бы при классификаціи двойниковыхъ образованій.

Съ генетической точки зрѣнія всѣ двойниковыя образованія распадаются на:

I. Первичныя.

1. Кристаллизаціонные двойники.
2. Двойники расщепленія.

II. Вторичныя.

3. Параморфическіе двойники.
4. Механическіе двойники.

Съ точки зрѣнія морфологической разнообразіе двойниковъ болѣе значительно. Кромѣ обычно различаемыхъ случаевъ простыхъ двойниковъ *сростанія* и *проростанія*, существенно различными представляются и два типа повторныхъ двойниковъ; несомнѣнно, что сростаніе или проростаніе нѣсколькихъ недѣлимыхъ по одному и тому-же или по разнымъ законамъ—это два случая не только морфологически, но и генетически существенно различныхъ.

Пользуясь отчасти обычными терминами, отчасти нѣкоторыми новыми обозначеніями, можно сгруппировать двойниковыя образованія такимъ образомъ:

I. Простые двойники, — состоятъ изъ двухъ недѣлимыхъ.

1. Двойники сростанія, или контактные:

- a. Кристаллизационные (первичные).
- b. Механическіе (вторичные).

2. Двойники проростанія, или импликаціонные.

II. Сложные, или повторные, двойники — состоятъ изъ болѣе или менѣе значительнаго числа недѣлимыхъ.

A. *Моногенные*—образованы по одному закону:

- 3. Олигосинтетическіе (кристаллизационные).
- 4. Полисинтетическіе:

- a. Двойники расщепленія.
- b. Двойники скольженія.

B. *Полигенные*—образованы по нѣсколькимъ законамъ:

5. Сложные или олигосинтетическіе двойники высшей степени:

- a. Двойники сростанія.
- b. Двойники проростанія.

6. Параморфическіе, или полисинтетическіе, двойники превращенія (распаденія).

По поводу нѣкоторыхъ изъ этихъ морфологически-генетическихъ типовъ можно высказать соображенія, б.-м. не лишennыя значенія.

Простые двойники сростанія и проростанія.

Когда кристаллъ является въ видѣ простаго двойника, его геометрическая симметрія выше или ниже симметріи той простой фигуры, изъ которой двойникъ можетъ быть полученъ путемъ гемитропіи. Возьмемъ нѣсколько примѣровъ внѣшней симметріи (сингоніи) двойниковъ:

1. Двойникъ сростанія октаэдра по октаэдру:

$$L^3, 3L^2, 3P, P'.$$

2. Двойникъ проростанія куба по октаэдру:

$$L^6, 6L^2, 6P, P'.$$

3. Двойникъ сростанія куба по октаэдру:

$$L^3, 3L^2, 3P, P'.$$

4. Двойникъ сростанія ромбическаго додекаэдра по онтаэдру:

$$L^3, 3L^2, 3P, P'.$$

5. Двойникъ сростанія кальцита по базопинаконду:

$$L^3, 3L^2, 3P, P'.$$

6. Двойникъ оловяннаго камня:

$$L^2, P, P'.$$

7. Двойникъ сростанія ромбическаго кристалла по призмѣ:

$$L^2, P, P'.$$

8. Двойникъ кордіерита:

$$L^6, 6L^2, 6P, P', C.$$

9. Двойникъ гипса по ортопинаконду:

$$L^2, P, P'.$$

10. Манебахскій двойникъ ортоклаза:

$$2L^2, 2P.$$

11. Карлсбадскій двойникъ ортоклаза:

$$3L^2.$$

12. Бавенскій четверникъ ортоклаза:

$$L^4, 4P, 4L^2.$$

13. Тройникъ сростанія арагонита по призмѣ:

$$L^2, P.$$

14. Тройникъ проростанія арагонита:

$$L^6, 6L^2, 6P, P', C.$$

15. Двойникъ ставролита по брахидомѣ:

$$L^4, 4L^2, 4P, P'.$$

16. Двойникъ проростанія пентагональнаго додекаэдра по ромбическому додекаэдру (пиритъ):

$$3L^4, 4L^3, 6L^2, 6P, 3P'.$$

17. Двойникъ ставролита по брахипирамидѣ:

$$L^2, P.$$

18. Двойникъ проростанія двухъ тетраэдровъ по кубу (тетраэдрить):

$$3L^4, 3P.$$

19. Тройникъ анатаза:

$$L^2, 2P.$$

20. Бразильскій двойникъ кварца:

$$L^2, 3L^2, 3P.$$

21. Двойникъ кальцита по ромбоэдру:

$$L^2, P, P'.$$

Просматривая приведенные примѣры, легко убѣдиться, что не всякіе двойники обнаруживаютъ по сравненію съ простыми кристаллами повышеніе степени симметріи. Такое повышеніе наблюдается по преимуществу у двойниковъ проростанія и ему способствуетъ геміэдричность сростающихся недѣлимыхъ; зато у многогранныхъ формъ высокой степени симметріи двойниковое развитіе влечетъ за собою наоборотъ пониженіе степени симметріи, какъ показываютъ всѣ примѣры, относящіеся къ кубической системѣ. Далѣе сравненіе примѣра № 5 съ первымъ, третьимъ и четвертымъ, показываетъ, что въ кристаллахъ различныхъ классовъ и даже различныхъ системъ (напр. скаленоэдръ кальцита и октаэдръ магнетита) могутъ получаться двойниковыя образованія, отвѣчающія одному и тому-же типу симметріи внѣшней геометрической формы. Двойникъ кальцита по базису и двойникъ магнетита по октаэдру даютъ геометрическую симметрію внѣшней формы, выражающуюся одной и той-же комбинаціей элементовъ симметріи: $L^3, 3L^2, 3P, P'$. Точно также номера 6, 7, 9 и 21 служатъ иллюстраціей того, что кристаллы квадратной, ромбической и моноклинической системъ могутъ дать одну и ту-же комбинацію элементовъ симметріи для внѣшней формы: L^2, P, P' . Можно привести и другіе аналогичные примѣры сведенія въ двойниковыхъ образованіяхъ разныхъ системъ симметріи внѣшней формы къ одному и тому-же типу ¹⁾, который для однихъ является повышеніемъ,

¹⁾ Ср. также тѣ двойниковыя образованія, которыя Валлеранъ называетъ «groupements binaires autour d'un axe ternaire» F. Wallerant. Groupements cristallins, p. 39, 1899; cepia Scientia, № 6.

а для другихъ пониженіемъ симметріи соотвѣствующихъ простыхъ кристалловъ. Такимъ образомъ внѣшняя геометрическая симметрія (сингонія) двойника, вообще говоря, не тождественна съ сингоніей соотвѣствующихъ простыхъ кристалловъ и съ ихъ внутренней физической симметріей. Здѣсь повторяется то-же соотношеніе, какъ напр. несовпаденіе сингоніи и симметріи тѣхъ простыхъ фигуръ, которыя проходятъ безъ измѣненія формы черезъ нѣсколько классовъ симметріи: геміэдрический кубъ или октаэдръ, геміэдрическая гексагональная призма, геміэдрический базопинакоидъ и т. п. Симметрія двойника и симметрія простого кристалла не одно и то-же: при образованіи двойника вещество стремится осуществить новый типъ геометрической симметріи, который можетъ быть однимъ и тѣмъ-же въ двухъ совершенно различныхъ классахъ или даже системахъ.

Третье обстоятельство, которое выясняется изъ обозрѣнія встрѣчающихся въ двойниковыхъ образованіяхъ видовъ симметріи, сводится къ тому, что симметрія двойника можетъ принадлежать къ одному изъ установленныхъ для простыхъ кристалловъ видовъ симметріи, но можетъ представлять и новый типъ. Такъ напр. типы $L^3, 3L^2, 3P, P'$; $L^4, 4L^2, 4P, P'$ не встрѣчаются среди простыхъ кристалловъ, отличаясь отъ возможныхъ тамъ аналогичныхъ видовъ симметріи отсутствіемъ центра симметріи, слѣд. полярностью направленій роста.

Сопоставляя все сказанное о простыхъ двойникахъ, слѣдуетъ признать, что двойниковое образованіе этого рода есть осуществленіе самостоятельнаго типа симметріи внѣшней формы, т. е. сингоніи.

Въ этомъ отношеніи двойники не представляютъ чего-либо отличнаго отъ простыхъ кристалловъ, а являются лишь однимъ изъ возможныхъ случаевъ наростанія кристалла, примѣнительно къ наиболѣе устойчивому при данныхъ условіяхъ состоянію равновѣсія.

Что касается механизма образованія простыхъ двойниковъ, то слѣдуетъ признаться, что въ этомъ отношеніи намъ еще почти ничего не извѣстно. Однако можно предвидѣть, что между двойниками проростанія и двойниками сростанія будетъ

обнаружено существованіе болѣе или менѣе существеннаго различія. У двойниковъ проростанія существуетъ только одинъ центръ кристаллизаціи; своеобразное расположеніе векторовъ кристаллизаціи, вызванное вліяніемъ среды, обусловливаетъ расположеніе граней, реберъ и угловъ иное, чѣмъ у простого кристалла. Въ случаѣ двойника сростанія число центровъ кристаллизаціи два (у тройниковъ три и т. д.). Если зачаточные кристаллы, нарастающіе изъ двухъ сосѣднихъ центровъ кристаллизаціи, случайно сталкиваются или притягиваются и затѣмъ равномерно разрастаются, граница ихъ раздѣляющая должна быть плоскостью. Почему при сталкиваніи этихъ зачаточныхъ кристалловъ получается полярность направленій роста по обѣ стороны плоскости сростанія, на это пока нѣтъ отвѣта, приходится дѣлать догадки. Б.-м. двойникъ сохраняется тамъ, гдѣ сталкиваются два зачаточныхъ кристалла, случайно находящіеся въ состояніи гемитропіи; во всѣхъ же остальныхъ случаяхъ, когда одинъ кристаллъ повернуть относительно другого на уголъ, отличный отъ 180° , этотъ послѣдній заставляетъ его повернуться параллельно ему, два центра наростанія замѣняются однимъ, получается болѣе крупный простой кристаллъ. Можно предположить, что ориентирующее дѣйствіе одного кристалла на другой допускаетъ только два состоянія равновѣсія: параллельное и гемитропическое, подобно тому какъ это наблюдается при механическомъ полученіи двойника изъ кальцита по способу Баумгауера.

Конечно можно предположить какъ причину ориентирующаго дѣйствія вліяніе электрическихъ или магнитныхъ полярныхъ силъ; но это уже область догадокъ, которыя не могутъ быть обоснованы ни утвердительными, ни отрицательными данными—приходится ожидать отвѣта отъ удачно обставленныхъ опытовъ.

Двойники полигенные.

Среди двойниковъ, образованныхъ нѣсколькими недѣльными, особеннаго вниманія заслуживаютъ полигенные двойники проростанія, т. е. тѣ кристаллическія группировки,

которые образуются сочетаніемъ простыхъ кристалловъ или простыхъ двойниковъ по нѣсколькимъ законамъ. Это двойники второго порядка, или высшей степени, въ которыхъ замѣчается иногда значительное повышеніе степени симметріи, по мѣрѣ того какъ напр. изъ простаго кристалла получается двойникъ, изъ двухъ двойниковъ четверникъ, изъ нѣсколькихъ четверниковъ еще болѣе сложный комплексъ. Иногда при незначительности входящихъ угловъ или при ихъ заростаніи такимъ путемъ возникаютъ комплексы, имѣющіе внѣшній видъ простыхъ кристалловъ. Чѣмъ объясняется такое постепенное усложненіе двойниковаго образованія, врядъ ли возможно въ настоящее время объяснить. Я полагаю, что трудно свести это явленіе къ одному лишь вліянію окружающей среды при кристаллизаціи. Этому противорѣчитъ прежде всего то обстоятельство, что появленіе въ кристаллѣ проростаній по нѣсколькимъ законамъ, повидимому, нельзя разсматривать какъ постепенное усложненіе по мѣрѣ роста кристалла. Еслибъ мелкіе кристаллы являлись болѣе простыми двойниковыми образованіями и дальнѣйшее усложненіе сопутствовало бы лишь дальнѣйшему разростанію кристалла, можно было бы думать, что все сводится къ постепенному измѣненію взаимоотношеній между образующимся кристалломъ и его питательной средой. Но, повидимому, въ самомъ мелкомъ кристалликѣ при его возникновеніи заложены уже всѣ двойниковые законы, которые проявляются въ сложной формѣ окончательно сформировавшагося сравн. крупнаго кристалла. Въ этомъ случаѣ причину полигеннаго сложенія приходится искать скорѣе въ свойствахъ самого кристалла, чѣмъ въ вліяніи окружающей среды. А если принять во вниманіе, что нѣкоторые минералы всегда являются въ формѣ такихъ полигенныхъ двойниковыхъ проростаній, какъ напр. гармотомъ, филлипситъ, становится еще болѣе вѣроятнымъ, что здѣсь сказываются свойства самого вещества, а не условія кристаллизаціи. Интересно въ связи съ этимъ выводомъ отмѣтить, что въ числѣ шести случаевъ, выведенныхъ Вернадскимъ, типы такихъ полигенныхъ двойниковыхъ пророста-

ній отсутствуют; мнѣ кажется однако, что это дѣйствительно особый случай строенія кристаллическаго вещества, не укладывающійся въ рамки шести случаевъ, выводимыхъ Вернадскимъ.

Полисинтетическіе двойники.

Если въ составъ двойника срастанія или проростанія входитъ не два, а нѣсколько недѣлимыхъ, то это еще не будетъ полисинтетическій, а лишь повторный двойникъ, который я противопоставляю полисинтетическому подъ названіемъ олигосинтетическаго. Полисинтетическимъ двойниковое образованіе называется лишь въ томъ случаѣ, если оно состоитъ изъ болѣе или менѣе значительнаго числа сильно укороченныхъ по двойниковой оси недѣлимыхъ. Примѣры: плагиоклазы, лейцитъ. Понимаемые такимъ образомъ полисинтетическіе двойники всѣ представляютъ образованія вторичныя, происшедшія тѣмъ или инымъ путемъ изъ простаго кристалла, а не возникшія сразу изъ кристаллизующейся жидкости. Въ однихъ случаяхъ полисинтетическое двойниковое сложеніе является результатомъ распада твердаго раствора, какъ напр. въ пертитахъ и плагиоклазахъ, въ пироксенахъ („энстатитавгитахъ“ Валя¹⁾); такія полисинтетическія образованія могутъ встрѣчаться только въ изоморфныхъ смѣсяхъ или иныхъ твердыхъ растворахъ. Другой типъ полисинтетическихъ срастаній получается при полиморфныхъ превращеніяхъ, напр. у лейцита или борацита. Наконецъ полисинтетическое сложеніе можетъ быть также результатомъ повторнаго скольженія въ двойникахъ механическаго происхожденія, какъ напр. у кальцита.

Такимъ образомъ полисинтетическое сложеніе слѣдуетъ разсматривать какъ результатъ молекулярной перегруппировки въ твердомъ состояніи. Нельзя не отмѣтить, что полисинтетическое сложеніе во многихъ случаяхъ связано съ тѣмъ особымъ видомъ полиморфизма, который Гротъ²⁾ выдѣляетъ подъ названіемъ псевдо-

¹⁾ W. Wahl. Die Enstatitaugite. 1906.

²⁾ P. Groth. Einleitung in die chemische Krystallographie. 1904.

симметріи. А эта „псевдосимметрія“ представляет ничто иное какъ параморфическое превращеніе и слѣд. свидѣтельствуесть о томъ, что въ этихъ случаяхъ дѣйствительно произошла молекулярная перегруппировка въ твердомъ состояніи. Косвенно въ пользу этого взгляда говоритъ и то обстоятельство, что полевые шпаты эффузивной фазы кристаллизаціи или тѣ, которые воднаго происхожденія, являются простыми двойниками или четверниками, между тѣмъ какъ полисинтетическое сложеніе и пертитовое строеніе пріурочены къ полевымъ шпатамъ интрузивныхъ породъ и кристаллическихъ сланцевъ. Даже порфировидные вкрапленники плагіоклазовъ не представляютъ обыкновенно той типичной картины полисинтетическаго сложенія, которая такъ характерична для плагіоклазовъ глубинныхъ породъ. Въ пользу возможности объясненія полисинтетическаго сложенія у полевыхъ шпатовъ молекулярной перегруппировкой въ твердомъ состояніи говоритъ и недавно лишь констатированное свойство полевыхъ шпатовъ при накаливаніи превращаться въ аморфную модификацію задолго до плавленія. Отсюда можно заключить, что изъ расплава при высокой температурѣ получается первоначально модификація изотронная безъ двойниковаго сложенія, и лишь при охлажденіи наблюдается превращеніе въ обычную полисинтетическую модификацію на подобіе того какъ это изучено напр. на лейцитѣ, борацитѣ, натрокалиевыхъ полевыхъ шпатахъ, на соляхъ $K^3Na(SO_4)^2$ и $K^3Na(CrO_4)^2$ и на нѣкоторыхъ другихъ соединеніяхъ. Повидимому, не всегда такая молекулярная перегруппировка, сопряженная съ появленіемъ или исчезновеніемъ полисинтетическаго сложенія, связана съ настоящимъ полиморфизмомъ.

Если высказанное здѣсь предположеніе оправдается, то придется выдѣлить полисинтетическіе двойники изъ случаевъ равновѣсія, осуществляемыхъ непосредственной кристаллизаціей, и отнести ихъ къ тѣмъ случаямъ равновѣсія, которыя связаны съ молекулярной перегруппировкой въ твердомъ состояніи. У минераловъ пирогеннаго происхожденія такая перегруппировка б.-м. совершается очень близко отъ момента кри-

1444
сталлизаціи. Впрочемъ нельзя, до рѣшенія этого вопроса экспериментальнымъ путемъ, отрицать возможность возникновенія полисинтетическаго сложенія и въ самый моментъ возникновенія кристалловъ изъ расплава. Еслибъ это такъ оказалось, мы имѣли бы еще одно подтвержденіе того, что между кристаллизаціей изъ расплава и изъ воднаго (или иного) раствора существуетъ значительное различіе, какъ это вытекаетъ напр. изъ того, что способность давать изоморфныя смѣси въ этихъ двухъ случаяхъ не всегда совпадаетъ. Что касается возможности полученія полисинтетическихъ двойниковъ непосредственно изъ водныхъ растворовъ, то, повидимому, ея на самомъ дѣлѣ не существуетъ.



2441