

Отдѣльный оттискъ изъ Трудовъ Императорскаго С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей; т. XXXV, в. 5, Отд. Геологии и Минералогии.

Tiré des Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St.-Petersbourg; vol. XXXV, livr. 5, Section de Géologie et de Minéralogie.

В. М. Тимоѳеевъ.

ХАЛЦЕДОНЫ ОСТРОВА СУИСАРИ.

(Съ таблицей IX).

DIE CHALCEDONE DER INSEL SUISARI.

von

W. Timofejeff.

(Mit Tafel IX).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. Меркушева. Невскій пр., № 8.

1911.

I 1948H
861

Возле

1978

Отдельный оттискъ изъ Трудовъ Императорскаго С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей; т. XXXV, в. 5, Отд. Геологии и Минералогии.

Tiré des Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St.-Petersbourg; vol. XXXV, livr. 5, Section de Géologie et de Minéralogie.

В. М. Тимофеевъ.

ХАЛЦЕДОНЫ ОСТРОВА СУИСАРИ.

(Съ таблицей IX).

DIE CHALCEDONE DER INSEL SUISARI.

VON

W. Timofejeff.

(Mit Tafel IX).



Карело-Финская
Академия Наук
БИБЛИОТЕКА

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. МЕРКУШЕВА. Невскій пр., № 8.

1911.

Печатано по распоряженію Императорскаго С.-Петербургскаго Общества
Естествоиспытателей.

XI.

В. М. Тимофеевъ.

Халцедоны острова Суисари.

Съ таблицей IX.

Die Chalcedone der Insel Suisari.

von

Wlad. Timofejeff.

Mit Tafel IX.

Изучая горныя породы острова Суисари на Онежскомъ Озерѣ, я особенно детально остановился на мандельштейнахъ, имѣющихъ здѣсь весьма большое распространеніе. Въ послѣднихъ мое вниманіе, въ настоящій моментъ, главнымъ образомъ было обращено на продукты выполненія миндалинъ, среди которыхъ первенствующую роль играютъ разнообразныя виды кремнекислоты. Въ виду того интереса, который представляютъ въ структурномъ отношеніи модификаціи волокнистой кремнекислоты, и того, все еще, неопредѣленнаго представленія о взаимоотношеніяхъ волокнистой и кристаллической кремнекислоты, мною было предпринято специальное изслѣдованіе съ цѣлью болѣе или менѣе выяснитъ какъ первое, такъ и второе. Какъ хорошо извѣстно, кромѣ аморфной кремнекислоты въ формѣ опала и кристаллической въ формѣ кварца, отличаются еще нѣсколько видовъ волокнистой кремнекислоты. Въ моемъ матеріалѣ изъ послѣднихъ были встрѣчены только халцедонъ и кварцинъ; на этихъ двухъ разновидностяхъ я и думаю

(1)

остановиться болѣе детально, позволяя себѣ оставить остальные безъ разсмотрѣнія. Обѣ онѣ, какъ двухосныя модификаціи SiO_2 , были установлены впервые Мишелемъ Леви и Менье Шальма въ 1892 г. ¹⁾ До этого времени, подъ именемъ халцедона подразумѣвались вообще волокнистые виды кремнекислоты, встрѣчавшіеся чаще всего въ формѣ конкрецій. Въ 1885 году Rosenbusch ²⁾ опредѣлилъ халцедонъ какъ одноосный минераль съ отрицательнымъ знакомъ и отрицательнымъ протяженіемъ волоконъ. Что касается работы Мишеля Леви и Менье Шальма, то ее, повторяю, нужно считать первой, освѣтившей этотъ вопросъ болѣе или менѣе всесторонне. Эти же ученые дали первую характеристику халцедона и кварцина. По ихъ мнѣнію, халцедонъ представляетъ волокнистую разновидность SiO_2 и принадлежитъ къ двухоснымъ минераламъ. Волокна его вытянуты по n_p , т. е. отрицательны; знакъ же самаго минера положительный; $2V = 30^\circ - 35^\circ$. Свѣтопреломленіе $n_p = 1,537$ (Des Cloisauх). Твердость какъ у кварца. Плотность: 2,5 — 2,6. Ими же было впервые высказано предположеніе о закрученности волокна халцедона, на что, по ихъ мнѣнію, указываетъ постепенность измѣненія силы двупреломленія. Кварцинъ, по опредѣленію тѣхъ же ученыхъ, представляетъ также волокнистую разновидность, волокна которой вытянуты параллельно n_g и всегда положительны. Въ остальномъ кварцинъ идентиченъ съ халцедономъ. Эти изслѣдованія были подтверждены и дополнены работой Валлерана, опубликованной въ 1898 г. ³⁾ Имъ были опредѣлены показатели свѣтопреломленія, которые дали слѣдующія числа:

Для желтой полосы D $n_g = 1,5435$

$n_m = 1,5355$

$n_p = 1,5325$

Дѣйствительный уголъ оптическихъ осей, по его опредѣленію, равенъ 58° .

¹⁾ Michel Lévy et Meunier-Chalmas. Memoir sur diverses formes affectées par le réseau élémentaire du quartz. 1892. Bull. Soc. Min. Fr. I—15. p. 49.

²⁾ H. Rosenbusch. Microscop. Physiogr. d. Min. etc. 1885.

³⁾ Fr. Wallerant. Mémoire sur la quarzine et sur l'origine de la polarisation rotatoire du quartz. 1897. Bull. Min. 20.

Наконецъ въ 1908 г. появилась новая работа Гейна ¹⁾, заслуживающая весьма серьезнаго вниманія. Авторъ располагалъ весьма обширнымъ и разнообразнымъ матеріаломъ, полученнымъ имъ изъ различныхъ музеевъ и университетовъ и весьма тщательно изучилъ послѣдній. Среди этого матеріала былъ, между прочимъ, и тотъ, надъ которымъ работалъ въ свое время Валлеранъ. Это, однако, не помѣшало Гейну прийти къ совершенно обратнымъ выводамъ, основаніемъ которыхъ явились оптическія изслѣдованія, главнымъ образомъ въ сходящемся свѣтѣ. Въ противоположность французскимъ ученымъ, Гейнъ, примѣняя окуляръ Чапскаго и лупу Клейна, во всѣхъ случаяхъ изотропии, получалъ въ сходящемся свѣтѣ картину однооснаго минерала; расхожденіе креста имѣло мѣсто лишь въ мѣстахъ не вполне изотропныхъ. Это заставило его прийти къ убѣжденію, что халцедонъ и кварцинъ суть минералы одноосные; знакъ ихъ всегда положительный, т. е. они вполне идентичны съ кварцемъ и представляютъ собой лишь волокнистую разновидность того же вещества, но съ особой оптической оріентировкой. Какъ-бы въ дополненіе къ работѣ Гейна въ томъ же 1908 г. появилась работа Лейтмейера ²⁾, который вполне присоединяется къ выводамъ Гейна, на основаніи произведенныхъ имъ опредѣленій удѣльнаго вѣса, содержанія воды и растворимости въ щелочахъ.

Въ такомъ положеніи находится въ данный моментъ вопросъ о волокнистыхъ разновидностяхъ кремнекислоты.

Мною лично для установленія осности было также принято детальное изслѣдованіе различныхъ участковъ въ изучаемыхъ шлифахъ. Выбирая однородныя и наиболѣе изотропныя мѣста, мнѣ удавалось получить одинаково какъ въ халцедонѣ, такъ и въ кварцинѣ вполне опредѣленную одноосную фигуру съ положительнымъ знакомъ (особенно примѣняя окуляръ Чапскаго и лупу Клейна), т. е., другими словами, по-

¹⁾ H. Hein. Untersuchung über faserige Kieselsäuren und deren Verhältnis zu Opal und Quarz. 1908. Neues Jahrb. Beil. Band XXV, s. 182.

²⁾ H. Leitmeier. Beiträge zur Kenntnis des Verhältnisses zwischen Quarz, Chalcedon und Opal. Centralbl. 1908, № 20 s. 632.

лучить подтвержденіе ихъ тождества съ кварцемъ. Необходимо однако отмѣтить, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдалось также и расхожденіе креста, напоминающее двухосный минераль. Последнее явленіе имѣетъ на мой взглядъ вполне простое объясненіе. Прежде всего оно можетъ происходить отъ аномаліи, вообще свойственной кварцу, какъ и нѣкоторымъ другимъ однооснымъ минераламъ (циркону, апатиту и др.). Во-вторыхъ отъ зернистаго строенія волокна. Присутствіе такой зернистости, на которой я остановлюсь подробнѣе ниже, даетъ возможность всегда предполагать, что въ нижнихъ частяхъ препарата лежатъ зерна иначе ориентированныя. Мною въ этомъ направленіи былъ сдѣланъ расчетъ слѣдующаго характера: средняя толщина зерна, измѣренная вращательнымъ микрометромъ, оказалась равной 0,00882 м., что при толщинѣ шлифовъ отъ 0,02—0,03 мм. позволяетъ налегать другъ на друга двумъ, тремъ зернамъ и въ случаѣ различной ориентировки послѣднихъ, разумѣется, вліяетъ соответствующимъ образомъ на правильность оптической фигуры. Далѣе вращеніе волокна, отмѣченное еще Мишелемъ Леви и Мёнье Шальма и которое, какъ увидимъ ниже, можетъ быть установлено съ полной несомнѣнностью, также въ данномъ случаѣ не проходитъ безъ послѣдствій, тѣмъ болѣе, что вращеніе это часто совершается въ противоположныхъ направленіяхъ. Наконецъ, чтобы имѣть полную гарантію въ изотропіи, необходимо возможно сильнѣе диафрагмировать поле зрѣнія, последнее же въ свою очередь не всегда благопріятно отзывается на отчетливости оптической фигуры. Такимъ образомъ, вопросъ, какъ видимъ, по прежнему остается открытымъ. Вся сущность въ томъ, что признать за аномалію: одноосность или двухосность? Хотя вышеприведенное разсужденіе, мнѣ кажется, достаточно убѣдительно говоритъ за одноосность, но, въ виду приводимыхъ Валлераномъ трехъ показателей свѣтопреломленія, съ такимъ утвержденіемъ все же приходится быть очень осторожнымъ. Какъ же относиться къ даннымъ Валлерана и Мишеля Леви? Что касается показателей свѣтопреломленія и силы двупреломленія, то опредѣлять ихъ абсолютныя величины я находилъ нецѣлесообразнымъ на томъ матеріалѣ, которымъ я располагалъ, такъ

какъ точность такихъ опредѣленій на веществахъ волокнистыхъ, да къ тому-же еще винтообразно закрученныхъ, на мой взглядъ не можетъ быть велика. Поэтому я избралъ совершенно другой путь—путь сравненія и стремился лишь установить, имѣется ли разница въ показателяхъ кварца и халцедона, что только и требуется для подтвержденія той позиціи, которую, мнѣ казалось, я вынужденъ былъ занять самимъ ходомъ моего изслѣдованія. Въ этомъ направленіи я сличалъ показатели кварца съ показателями халцедона и кварцина, по присутствію линіи Бекке. При сравненіи одинаково ориентированныхъ участковъ линіи Бекке не наблюдалось ни для кварцина ни для халцедона, не смотря даже на примѣненіе надокулярной заслонки Экснера, въ значительной степени увеличивающей точность изслѣдованія. Тѣ же случаи, гдѣ ее какъ будто бы можно было подозрѣвать, объяснялись или трещиной или присутствіемъ включеній, вообще довольно многочисленныхъ. Между разно ориентированными участками, какъ и слѣдовало ожидать, линія обнаруживалась вполне отчетливо. Аналогичнымъ путемъ было установлено равенство двупреломленія, косвенныя указанія на которое можно было видѣть въ совершенно постепенномъ переходѣ интерференціонной окраски отъ кварца къ халцедону и кварцину, безъ всякой видимой границы. Чтобы констатировать это явленіе болѣе тонко, я воспользовался приѣмомъ, предлагаемымъ Б. А. Поповымъ ¹⁾. Послѣдній рекомендуетъ примѣнять для этой цѣли особый пологій клинь. При вдвиганіи такого клина, на сравниваемыхъ двухъ минералахъ появляются послѣдовательные компенсаціонные цвѣта, какъ бы волной перебѣгающіе отъ одного минерала къ другому, въ зависимости отъ ихъ ориентировки и силы двупреломленія, а также въ зависимости отъ ориентировки клинообразной пробной пластинки. Оказывается, что въ нашемъ случаѣ красочныя волны, въ этихъ условіяхъ изслѣдованія, всегда бѣгутъ на кварцъ, указывая тѣмъ самымъ, согласно требованіямъ методики, на его большую силу дву-

¹⁾ Б. А. Поповъ. „О нѣкоторыхъ новыхъ приѣмахъ минералоптического изслѣдованія“. Протоколъ засѣданія Имп. С. П. Б. Общ. Ест. 8-го мая 1910 г. № 5—6.

преломленія, т. е. обратно даннымъ Валлерана и Мишеля Леви, что объясняется компенсаціей другъ на другъ лежащихъ зеренъ халцедона. Явленіе рѣзче, когда подъемъ клина совпадаетъ съ утолщеніемъ препарата. Въ препаратахъ, гдѣ въ толщѣ шлифа лежитъ всего одно зерно халцедона, волны должны возникать одновременно и дѣйствительно, чѣмъ тоньше препаратъ, тѣмъ явленіе перебѣга слабѣе. Слѣдовательно, можно считать лучепреломленіе и двупреломленіе халцедона и кварцина равными таковымъ же свойствамъ кварца, но никакъ не большими.

Далѣе мною была предпринята провѣрка показателей лучепреломленія по формулѣ Бартолини: $\text{Cos. } V = \frac{\text{tg } \varphi}{\text{tg } \varphi'}$; $\text{cos } \varphi = \frac{\beta}{\gamma}$; $\text{cos } \varphi' = \frac{\alpha}{\gamma}$. По этой формулѣ уголъ опт. осей $2V$, при показателяхъ Валлерана, $= 63^\circ$, а не 35° , какъ было найдено Мишелемъ Леви и Менье Шальма. Правда, Валлеранъ предлагаетъ уголъ въ 58° , но тогда кажущійся уголъ долженъ быть около 100° . Такое значительное расхожденіе ни кѣмъ не наблюдалось. Вѣрнѣе, что здѣсь просто неточность въ опредѣленіи показателей, легко допустимая на такомъ сложномъ матеріалѣ.

Эти же выводы остаются въ силѣ и для кварцина, отличающагося отъ халцедона лишь оптической оріентировкой. На основаніи всего вышеприведеннаго, принятую мною точку зрѣнія можно считать, на мой взглядъ, достаточно обоснованной. Не находя существеннаго отличія между кварцемъ и халцедономъ, я признаю ихъ тождественными и представляющими лишь структурную модификацію кварцеваго вещества.

Переходя теперь къ строенію халцедона и кварцина, я долженъ прежде всего сказать, что халцедонъ почти вездѣ является закрученнымъ.

Это закручиваніе нужно понимать исключительно, какъ деформацію эллипсоида упругости, совершающуюся весьма равномерно и проявляющуюся во внѣ въ видѣ винтообразнаго строенія волокна. Что такого рода деформація дѣйствительно имѣетъ мѣсто, можно убѣдиться изъ нижеслѣдующихъ данныхъ. Прежде всего по длинѣ волокна вполне отчетливо высту-

пають постепенные переходы двупреломленія отъ максимумовъ до минимумовъ, которые не могутъ быть объяснены иначе, какъ явленіемъ закручиванія, и которые дали поводъ, въ свое время, Мишелю Леви и Менье Шальма впервые высказать эту мысль. Далѣе, двигая волокно халцедона на салазкахъ столика микроскопа по направленію длины волокна, можно наблюдать постепенное смѣщеніе креста и снова его появленіе въ зависимости отъ того, съ какой ориентировкой участокъ волокна находится въ полѣ зрѣнія. Такой равномерный переходъ отъ одной фигуры къ другой говоритъ также за винтообразное строеніе волокна. Эти же условія изслѣдованія примѣнялъ въ своей работѣ и Валлеранъ. Я лично, для этой цѣли, кромѣ того, воспользовался методомъ вращенія закрученнаго волокна на теодолитѣ, выработаннымъ Б. А. Поповымъ и въ настоящее время еще неопубликованнымъ, но право воспользоваться которымъ было любезно мнѣ предоставлено авторомъ, за что и пользуюсь случаемъ выразить ему мою искреннюю благодарность. Дѣйствительно, если имѣется волокно винтообразнаго строенія, то вращая послѣднее параллельно его длинной оси, мы должны наблюдать перебѣгъ изотропныхъ и двупреломляющихъ участковъ, что и оказывается въ дѣйствительности; ось вращенія лучше всего помѣщать подъ угломъ въ 45° относительно николей. При этомъ, по направленію перебѣга можно судить, въ какую сторону происходитъ вращеніе. Пользуясь методомъ Попова, мнѣ удалось констатировать весьма интересное явленіе: вращеніе совершается и въ ту и въ другую сторону, т. е. изотропные участки при одномъ и томъ же движеніи лимба вращательнаго прибора, перемѣщаются въ различныхъ направленіяхъ. Далѣе, въ разныхъ сферолитахъ преобладаютъ разныя направленія вращенія, а въ нѣкоторыхъ оба направленія распределены равномерно. Наконецъ, существуютъ цѣлыя системы, состояція изъ чередующихся, закрученныхъ въ противоположныя стороны волоконъ. Изотропные участки такихъ системъ, при извѣстномъ положеніи, образуютъ одну темную линію, которая, при вращеніи теодолита, раздѣляется на двѣ. Само собой понятно, что такой скомбинированный изъ разныхъ системъ изотропный участокъ,

при изслѣдованіи въ сходящемся свѣтѣ, можетъ дать картину самыхъ разнообразныхъ явленій аномалии, включительно до двухосной фигуры отъ однооснаго минерала. Вращеніе волокна въ центральной части сферолитовъ совершается болѣе плавно, къ периферіи же оно становится круче, что проявляется во внѣ различной длинѣ изотропныхъ и двупреломляющихъ участковъ, а при вращеніи теодолита различной быстротой перемѣщенія послѣднихъ. При этомъ въ одной и той же системѣ пучка различныя части вращаются съ разной скоростью. Это съ особой ясностью выступаетъ въ поперечныхъ разрѣзахъ, гдѣ мы имѣемъ своеобразное кольцевидное погасаніе, какъ слѣдствіе такого неравномѣрнаго закручиванія. Вводя гипсовую пластинку можно наблюдать въ однихъ изъ колець повышеніе въ другихъ пониженіе. При вращеніи столика микроскопа кольца разбѣгаются къ периферіи и принимаютъ противоположную окраску. Постоянныхъ изотропныхъ участковъ здѣсь вовсе нѣтъ.

Что касается скорости роста самого волокна, то она, какъ для отдѣльныхъ волоконъ, такъ и для цѣлыхъ системъ, одинакова. На это указываютъ тѣ случаи, гдѣ мы имѣемъ мгновенную остановку роста, какъ напримѣръ при смѣнѣ холцедона кварциномъ. На такой границѣ, какъ видно на фиг. 2 табл. IX (I), всегда обнаруживается правильная линія, проходящая безразлично, какъ черезъ изотропные, такъ и двупреломляющіе участки, а по тому темный зубчатый контуръ изотропныхъ участковъ ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть объясненъ, какъ граница неравномѣрнаго роста, а долженъ разсматриваться, какъ слѣдствіе не одинаковой скорости вращенія различныхъ волоконъ.

Всѣ вышеприведенныя явленія обнаруживаются, когда длинная ось волокна совпадаетъ съ осью вращенія теодолита. Не менѣе важныя данныя получаются, если въ тѣхъ же условіяхъ изслѣдованія ось волокна перпендикулярна къ оси теодолита. Тогда выступаетъ рядъ изотропныхъ участковъ различного характера. Ихъ можно разбить на двѣ системы: одни изъ участковъ при вращеніи столика микроскопа остаются безъ измѣненія, другіе же просвѣтляются. Первые отвѣчаютъ нормальнымъ выходамъ оптической оси, вторые просто мо-

ментамъ погасанія, когда проходящія въ нихъ колебанія совпадаютъ съ колебаніями николей. Для насъ имѣютъ значеніе лишь первые. Вращая теодолитъ, можно наблюдать, что эти участки раздваиваются и начинаютъ расходиться, даже при самомъ малѣйшемъ поворотѣ. Столь быстрое расхожденіе изотропныхъ участковъ, какъ показалъ Поповъ, возможно только въ одноосномъ веществѣ ¹⁾. Возможность ошибки, хотя и не вполне исключается для веществъ двухосныхъ съ очень малымъ угломъ оптическихъ осей, но совершенно не имѣетъ мѣста для минерала, уголь оптическ. осей котораго, судя по опредѣленіямъ Мишеля Леви и другихъ авторовъ, во всякомъ случаѣ болѣе 15° .

Что касается кварцина, то въ немъ, конечно, вслѣдствіе его оптической оріентировки, констатировать закрученность нѣтъ возможности. Въ разрѣзахъ параллельныхъ длинѣ волокна, онъ на всемъ протяженіи послѣдняго не обнаруживаетъ никакого измѣненія двупреломленія; въ разрѣзахъ же поперечныхъ мы имѣемъ полную изотропію. Въ остальномъ выводы относительно халцедона въ такой же степени примѣнимы и къ кварцину, отъ котораго послѣдній отличается только оптической оріентировкой, какъ это было уже отмѣчено выше.

Въ структурномъ отношеніи и кварцинъ и халцедонъ представляютъ довольно значительное разнообразіе.

Прежде всего я долженъ оговориться, что употребляемый мною для простоты терминъ «волокно» нужно понимать не какъ одно недѣлимое, а какъ систему оптически связанныхъ зеренъ, что вполне опредѣленно выступаетъ при изслѣдованіи такого волокна съ иммерзійной системой. Въ свою очередь эти зерна построены тоже болѣе сложно, чѣмъ кажется на первый взглядъ, и являются группами близко оріентированныхъ оптическихъ единицъ, чѣмъ и объясняется отсутствіе рѣзкой между ними границы и неясные расплывчатые переходы отъ одного къ другому. Это зернистое строеніе, на мой взглядъ,

¹⁾ Б. Поповъ. Опытъ изученія винтообразно построенныхъ анизотропныхъ тѣлъ въ параллельномъ поляризованномъ свѣтѣ. Протоколъ засѣданія Имп. Спб. Общ. Ест. 8-го января 1911 г. Тр. Общ. Т. XLII в. I.

и должно считаться за основную, исходную структуру для волокнистой кремнекислоты.

Какъ общій случай слѣдуетъ брать смѣшанную ориентировку, обычно встрѣчающуюся по периферіи миндалинъ. Здѣсь въ равной степени господствуютъ халцедонъ и кварцинъ, а также и зерна съ промежуточной между ними, косою ориентировкой. Признать за безформеннымъ участкомъ въ этой смѣси ту или иную оптическую ориентировку возможно, конечно, лишь въ томъ случаѣ, если мы отнесемъ ее къ линіи роста. Послѣднюю безъ труда можно установить, благодаря присутствію сферолитовъ, въ которыхъ ея направленіе не подлежитъ сомнѣнію. Если въ этой смѣси начинаютъ преобладать тѣ или иные правильно ориентированные элементы и принимаютъ законѣрное расположеніе, мы получаемъ, какъ частный случай, халцедонъ или кварцинъ. Можно установить цѣлый рядъ переходовъ отъ этой не разчлененной смѣси до вполне обособленныхъ, волокнистыхъ разностей халцедона и кварцина. Слѣдующей стадіей преобразованія въ этомъ направленіи будетъ тотъ случай, когда мы перейдемъ къ болѣе уже обособленной, двойной ориентировкѣ по халцедону и кварцину. Характернымъ признакомъ послѣдней является погасаніе въ формѣ сферолитоваго креста. Если теперь одна изъ двухъ составныхъ частей получаетъ преобладаніе, то въ результатѣ оказывается сферолитъ халцедона или кварцина. Слѣдующимъ шагомъ впередъ будетъ преобразование такого зернистаго сферолита въ волокнистый, гдѣ оптическія единицы принимаютъ еще болѣе правильное и законѣрное расположеніе.

Иногда въ сферолитѣ встрѣчается своеобразное зональное строеніе. Въ общей смѣси, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, отчетливо выдѣляются концентрически расположенныя, чередующіяся зоны халцедона и кварцина, см. фиг. 1 табл. IX (I). Еще болѣе рѣзко выраженной и болѣе сложной эта зональная структура выступаетъ въ волокнистыхъ сферолитахъ. Здѣсь мы имѣемъ зоны съ измѣняющейся ориентировкой отъ халцедона къ кварцину или обратно, при чемъ измѣненіе ориентировки а съ нимъ вмѣстѣ и силы дву-преломленія совершается въ предѣлахъ одной и

той же зоны [фиг. 5. Табл. IX (I)]. При этомъ каждая зона рѣзко отграничена отъ другой; въ нѣкоторыхъ случаяхъ между ними наблюдается отложеніе пигмента, а иногда цѣлая промежуточная зона кальцита, что указываетъ на колебанія въ скорости роста и перерывы въ кристаллизаціи.

Явленіе измѣненія ориентировки и силы двупреломленія можетъ быть объяснено, во-первыхъ, примѣсью, въ постепенно возрастающемъ количествѣ, зеренъ противоположной ориентировки, что вполне вытекаетъ изъ всего вышеприведеннаго и является наиболѣе вѣроятнымъ. Но такую же картину дало бы и явленіе постепеннаго поворота зеренъ. Дѣйствительно, если допустить, что у насъ совершается постепенный поворотъ зеренъ и въ исходный моментъ мы имѣемъ ориентировку, положимъ, по халцедону—я предполагаю, что плоскость сѣченія совпадаетъ съ направленіемъ роста — то въ этихъ разрѣзахъ мы должны имѣть, или изотропію, или выходъ оси наибольшей упругости или-же, наконецъ, какое-нибудь промежуточное положеніе, что и наблюдается въ дѣйствительности. Въ слѣдующій моментъ, въ вышележащемъ зернѣ долженъ наблюдаться нѣкоторый поворотъ ориентировки отъ горизонтальнаго положенія къ вертикальному и т. д. Этотъ поворотъ долженъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока не получится ориентировка по кварцину.

При этомъ въ сферолитахъ должны быть особыя линіи, указывающія направленія, въ которыхъ расположены зерна, совершившія поворотъ на одинаковый уголъ.

При вращеніи столика микроскопа это явленіе обнаруживается тѣмъ, что въ полѣ зрѣнія появляются волнообразно перемѣщающіяся по сферолиту темныя полосы, отвѣчающія одновременно погасающимъ рядамъ зеренъ, какъ бы подтверждающая такимъ образомъ правильность этого предположенія; за это же говоритъ и то, что участки кварца, представляющіе непосредственное продолженіе сферолитовъ кварцина, иногда обнаруживаютъ то же явленіе, правда болѣе грубо выраженное. Этотъ своеобразный поворотъ, вообще говоря, могущій показаться мало правдоподобнымъ, находитъ себѣ объясненіе, если обратиться къ даннымъ Мишеля Леви и Менъе Шаль-

ма, для третьей разновидности волокнистой кремнекислоты — лютецина; последний по их определению может принимать ориентировку относительно n_g под углом в 45° и 29° , а по Валлерану в 22° ; кроме того, Валлеран указывает еще направление под углом в 57° к n_g и наконец по нормали (n_m).

Такое разнообразие и непостоянство в положении эллипсоида упругости в волокнистых разностях кварцевого вещества дѣлаетъ возможность вышеупомянутого поворота еще болѣе вѣроятной.

Трудно сказать, которое изъ этихъ двухъ предположеній заслуживаетъ большаго предпочтенія.

Говоря о зональности, интересно отмѣтить также то явление, что иногда имѣются скорлуповатыя концентрическія образования, состоящія изъ чередующихся зонъ кварца, ориентированнаго то по халцедону, то по кварцину, см. фиг. 6 табл. IX (I).

Весьма существенно, кроме того, указать, что в кварциновыхъ сферолитахъ переходъ между кварциномъ и кварцемъ совершается обычно черезъ посредство особой зоны, состоящей изъ зубовидныхъ гирляндъ, сохраняющихъ ориентировку кварциновыхъ волоконъ и весьма вѣроятно дѣйствительно представляющихъ аналогичныя имъ образования, но въ сильно увеличенномъ видѣ [фиг. 4 табл. IX (I)]. Возрастаніе крупности зерна въ этихъ гирляндахъ происходитъ въ высшей степени послѣдовательно и переходъ къ нимъ отъ волоконъ кварцина совершенно неуловимъ. Эти зоны и макроскопически отличаются довольно ясно отъ кварца и кварцина, представляя молочнопрозрачную массу—нѣчто среднее между ними. Подъ микроскопомъ можно обнаружить, что эти зубовидныя зерна имѣютъ правильное ограниченіе и видимо представляютъ ромбоэдры кварца. Уголъ ихъ равенъ 94° ; эту же величину приводитъ для своихъ ромбоэдровъ и Валлеранъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ это видно на фиг. 3 табл. IX (I), на граняхъ ромбоэдровъ развиваются волокна квар-

цина, образуя повторную зону. Форму волоконъ, зеренъ и кристалловъ въ большинствѣ случаевъ довольно легко обнаружить и въ простомъ свѣтѣ, благодаря обилію находящихся между ними включеній, вполне воспроизводящихъ ихъ форму.

Жидкость этихъ включеній по всей вѣроятности является водой и быть можетъ этимъ обусловлена водность волокнистой кремнекислоты, рассматриваемая Валлераномъ, какъ слѣдствіе всасыванія.

Относительно послѣдовательности въ кристаллизаціи, основываясь на строеніи миндалинъ, можно сказать, что она шла такимъ путемъ: первоначально выдѣлялись халцедонъ и кварцинъ, за ними слѣдовала кристаллизація кварца. При этомъ этомъ обычно халцедонъ предшествовалъ кварцину.

Къ мысли о перекристаллизаціи изъ аморфнаго опала въ кварцъ, высказываемой въ своей работѣ Гейномъ, я не могу прийти на основаніи изученія имѣющагося у меня матеріала; наоборотъ, существованіе чередующихся зонъ кварца и халцедона говоритъ скорѣе противъ этого. Приводимое Гейномъ, въ подтвержденіе своей мысли, явленіе одновременнаго возникновенія сферолитовъ въ центрѣ миндалинъ едва ли является слѣдствіемъ перекристаллизаціи. При изученіи своихъ сферолитовъ мнѣ также приходилось встрѣчать въ центрѣ миндалинъ картину ихъ какъ бы одновременнаго возникновенія, что вполне опредѣленно устанавливается на основаніи линій соприкосновенія ¹⁾. Однако, здѣсь это находитъ себѣ совершенно иное объясненіе и зависитъ въ данномъ случаѣ отъ своеобразнаго выполненія пустотъ кварциново-халцедоновыми натеками въ формѣ сталактитовъ. Поперечное сѣченіе такихъ миндалинъ даетъ намъ дѣйствительно картину изолированныхъ сферолитовъ, что весьма вѣроятно и наблюдалъ Гейнъ.

Вотъ тѣ данныя, къ которымъ можно было прийти на основаніи изученія халцедоновъ острова Суисари и которыя кратко можно резюмировать слѣдующимъ образомъ: кварцинъ и халцедонъ совершенно тождественны съ квар-

¹⁾ Boris Popoff. Eine neue Untersuchungsweise sphärolithischer Bildungen. Tschermaks Min. u. petr. Mitteil. XXIII B. —2 h—1904.

цемъ и представляютъ лишь структурную модификацію кварцеваго вещества съ различной оптической ориентировкой; при этомъ въ халцедонѣ, сверхъ того, нерѣдко наблюдается еще винтообразная деформация эллипсоида упругости.

Заканчивая свою работу, считаю долгомъ выразить мою признательность профессору Александру Александровичу Иностранцеву за то близкое участіе, которое онъ принялъ въ моей работѣ; пользуюсь случаемъ поблагодарить Бориса Анфировича Попова за тотъ живой интересъ, съ которымъ онъ всегда относился къ моей работѣ, и тѣ цѣнныя указанія, которыми онъ никогда не оставлялъ меня, а также и за любезное разрѣшеніе воспользоваться результатами его личныхъ, еще не опубликованныхъ изслѣдованій и наблюдений.

Геологическій Кабинетъ

Имп. Спб. Университета.

Сентябрь 1910 г.

Auszug.

Beim Studium den faserigen Varietäten der Kieselsäure, welche die Poren der Mandelsteine der Insel Suisari ausfüllen, stellte ich mir die Aufgabe, sowohl die Besonderheiten ihrer Struktur, wie auch ihr Verhältnis zum Quarz festzustellen und unternahm in dieser Richtung eine spezielle Untersuchung. Ich untersuchte vor allem mein Material im konvergenten Lichte, mit dem Okular Czapsky und der Klein'schen Lupe und kam zu dem Schluss, dass an den Stellen vollständiger Isotropie eine offenbar einachsige Figur sich ergebe; doch konnte ich in einigen Fällen auch zweiachsige Figuren beobachten. Da mit dem Wachsen der Qualität der Isotropie der Stellen sich auch die Bestimmtheit einer einachsigen Figur vergrößert, so will es mir scheinen, dass dieser Umstand mehr für ein einachsiges Mineral spreche. Die scheinbare Zweiachsigkeit kann als eine, dem Quarz überhaupt eigene, Anomalie erklärt werden, oder auch von dem komplizierten Bau der Fasern abhängen, welche, wie sich bei der Untersuchung mit starken Systemen ergibt, nicht als ein Individuum, sondern als ein Komplex

von Körnern mit mehr oder weniger gleichartiger optischer Orientierung erscheinen. Die Messung dieser Körner mit dem Schrauben-Mikrometer-Okular ergab im Durchschnitt 0,0088 mm., woraus, bei einer Dünne des Schliffes von 0,02—0,03 mm., erhellt, dass sich 2—3 Körner übereinander legen. Bei einer gewissen Differenz in der Orientierung, die durch die Drillung der Fasern hervorgerufen wird, wirkt das Sichübereinanderlegen der Körner notwendig auf die optische Figur, um so mehr, als die Fasern häufig verschieden stark und nach verschiedenen Richtungen gedreht sind. Wenn wir daher von der schon von Hein¹⁾ angenommenen Einachsigkeit des Chalzedons und Quarzins ausgehen, sind wir im Rechte, die Erscheinung der Zweiachsigkeit als Anomalie zu deuten, um so mehr, als die zweifellose Richtigkeit der Anschauung, der Chalzedon sei einachsigt, durch die Anwendung der Dreh-Methode von Boris Popoff²⁾ vollständig bestätigt wird. Daraus ergibt sich, mit anderen Worten, die völlige Identität der faserigen Kieselsäure mit dem Quarz. Diese Identität wird ferner durch meine Untersuchungen über Lichtbrechung und Doppelbrechung bestätigt. Ich hielt es für unzweckmässig, auf Grund der Eigentümlichkeiten des Materials, über das ich verfügte, unmittelbar die Indices zu bestimmen und suchte daher bloß festzustellen, ob ein Unterschied in den Indices des Quarzes und Chalzedons resp. Quarzins bestehe, was, im Falle eines negativen Resultats, vollständig zur Bestätigung der Identität dieser Minerale genügen dürfte. Zu diesem Zweck habe ich Beobachtungen angestellt, ob sich an der Grenze von Quarz-Körnern und Chalzedon-resp. Quarzin-Fasern, in geeigneter Lage, die Becke'sche Linie zeige. Hierbei habe ich, ungeachtet der Anwendung des Exner'schen Okulars, eine Beckesche Lichtlinie nicht bemerken können, was die volle Gleichheit der Indices der Lichtbrechung bestätigt. In allen zweifelhaften Fällen ergaben sich entweder Sprünge oder Unterbrechungen. Auf analogem Wege stellte ich die Gleichheit der Doppel-

¹⁾ H. Hein. Untersuchung über faserige Kieselsäuren u. deren Verhältnis zu Opal u. Quartz N. Jahrb. f. Min. Beil. Bd. XXV. S. 182, 1908.

²⁾ Ein Aufsatz über die Untersuchung schraubenartig — anisotroper Substanzen im parallelen polarisierten Licht wird von Boris Popoff noch im Laufe des Jahres 1911 veröffentlicht werden.

brechung fest, worauf das Faktum des ganz allmählichen Ueberganges der Doppelbrechung zwischen Quarz und Chalzedon oder Quarzin indirekt hinweist. Bei den genaueren Versuchen folgte ich einer von Boris Popoff vorgeschlagenen Methode. Letzterer empfiehlt zu diesem Zweck einen sehr flachen Gyps-oder Quarz-Keil anzuwenden. Beim Einschieben eines solchen Keiles entstehen auf beiden, auf ihre Doppelbrechung zu vergleichenden Mineralien farbige Kompensationswellen, die, je nach Doppelbrechung und Orientierung der Mineralien sowie des Keiles, entweder vom stärker doppelbrechenden zum schwächer doppelbrechenden oder in umgekehrter Richtung laufen und Schlüsse ermöglichen. Es ergab sich, dass die Farbenwellen niemals von Quarz auf Chalzedon oder Quarzin übergehen, was nach Valleran notwendig hätte der Fall sein müssen. Im Gegenteil, sie gehen eher auf den Quarz über, was wohl durch Kompensation übereinanderligender Körner im Quarzin und Chalzedon zu erklären ist. In sehr dünnen Schliffen, deren Dicke etwa dem Durchmesser eines Kornes nahekommt, entstehen die Farben fast gleichzeitig im Quarz und Chalzedon, was die Gleichheit der Doppelbrechung beweist. Schliesslich prüfte ich die Vallerant'schen Indices nach der Bartolini'schen Formel und erhielt dabei $2V=63^\circ$ und nicht 35° , wie Michel-Lewy und Meunier-Chalmas es angeben. Wenn wir aber den von Valleran gegebenen Winkel von 58° annehmen, so wird $2E$ ungefähr 100° sein müssen. Ein so grosses Divergieren ist indessen von niemandem beobachtet worden, und aller Wahrscheinlichkeit nach liegt hier einfach ein Irrtum vor. Alle diese Daten bleiben auch für Quarzin, welcher sich von Chalzedon nur durch die optische Orientierung unterscheidet, in demselben Grade bestehen.

Auf Grund alles Obengesagten bin ich zur Ueberzeugung gelangt, dass Chalzedon und Quarzin mit Quarz identisch sind und blos eine Struktur - Modifikation des Quarz-Stoffes bilden.

Wenn ich nun zur Struktur des Chalzedons und Quarzins übergehe, muss ich vor allem bemerken, dass der Chalzedon beinahe überall gedrillt vorkommt, was ausschliesslich als Deformation des Elastizitäts-Ellipsoids aufzufassen ist. Für das tatsächliche Vorhandensein derselben, spricht vor allem die allmähliche Veränderung der Doppelbrechung längs der Fasern, vom Maximum bis zur vollständigen Isotropie. Das wird durch die Unter-

suchungen im konvergenten Lichte bestätigt, wo beim Verschieben des Schlittentisches parallel zur Faser ein allmähliches Verschwinden des schwarzen Kreuzes und sein erneutes Auftauchen zu beobachten ist. Mit absoluter Sicherheit kann jedoch die schraubenförmige Struktur der Fasern nur wieder durch Anwendung der Popoff'schen Dreh-Methode bewiesen werden. Bei einer darartigen Untersuchung ergibt sich, ausser dem Konstatieren des Faktums der Faserdrillung selbst, mit absoluter Bestimmtheit, dass die Faser-Windung nach verschiedenen Seiten und mit verschiedener Stärke stattfindet, weil die isotropen Stellen sich in entgegengesetzten Richtungen und mit verschiedener Geschwindigkeit fortbewegen. In verschiedenen Sphärolithen herrschen verschiedensinnige Drillungen vor. Manchmal existiert ein ganzes System von isotropen Schichten, die aus isotropen Partien verschiedensinnig gewundener Fasern kombiniert sind. Bei der Drehung vermittelt eines Drehapparats spalten sich diese Schichten und zeigen dadurch ihre wirkliche Struktur.

Ausserdem ist es wesentlich auf die körnige Struktur der schon oben erwähnten Fasern der Sphärolithe hinzuweisen, welche die faserigen Varietäten der allgemeinen körnigen Masse näher bringt. Körner von solcher Art erscheinen ihrerseits auch in Gruppen von optisch nahe orientierten Einheiten. Von der früher erwähnten, optisch wenig individualisierten körnigen Masse, existiert eine ganze Reihe von Uebergängen, die zu körnigen Sphärolithen mit sowohl nach Quarzin als auch nach Chalzedon orientierten Individuen und weiter, über ebenfalls körnige, aber ausschliesslich aus Quarzin oder Chalzedon bestehende Sphärolithe zu schon vollständig individualisierten, faserigen Sphärolithen mit streng gesetzmässiger Orientierung der Körner hinüberführen.

Diese Sphärolithe weisen häufig eine eigenartige Zonen-Struktur, mit innerhalb jeder Zone sich ändernder Doppelbrechung, auf. [Fig. 5 Taf. IX (I)]. Es wäre noch zu bemerken, dass der Uebergang von solchen Zonen zu dem sie umschliessenden Quarze durch eine besondere guirlandenartige Zone aus zahnartigen Kristallen vermittelt wird, welche an Quarz-Rhomboeder erinnern und fast unmerklich sowohl in Quarzin als in Quarz übergehen [Fig. 4 Taf. IX (I)].

(17)

Тр. Имп. Спб. Общ. Ест., т. XXXV, в. 5.

Карело-Финская Базис

12

А. академ. Изд. 1960

БИБЛИОТЕКА

Zum Schlusse erlaube ich mir, den Herren Prof. A. Inostranzew und Boris Popoff, für den mir bei meiner Arbeit freundlichst erwiesenen Beistand, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Geolog. Institut
d. Kais. Universität
St. Petersburg, Sept. 1910.

Объяснение табл. IX (I).

Фиг. 1. Чередование зонъ кварцина (свѣтл.) и халцедона (темн.).

Фиг. 2. Граница останковки роста халцедонового сферолита.

Фиг. 3. Образование волоконъ кварцина на граняхъ ромбоэдровъ кварца.

Фиг. 4. Переходная зона изъ зубовидныхъ кристалловъ между крациномъ и кварцемъ.

Фиг. 5. Зоны съ измѣняющейся ориентировкой отъ халцедона къ кварцину.

Фиг. 6. Скорлуповато-концентрическія образования кварца съ ориентировкой по кварцину (свѣтл.) и по халцедону (темн.).

Erklärung der Tafel IX (I).

Fig. 1. Abwechseln von Quarzin- (hell) und Chalcedon zonen (dunkel).

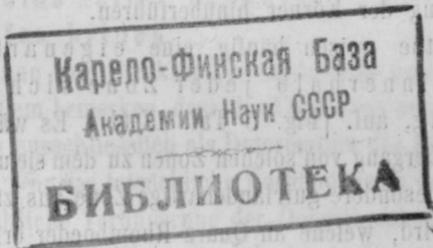
Fig. 2. Äussere Wachstumsgrenze eines Chalcedonsphäroliths.

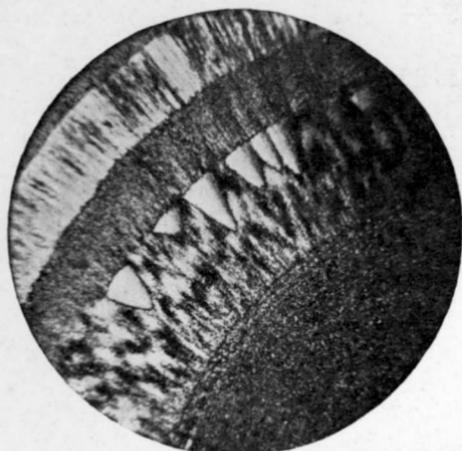
Fig. 3. Entwicklung von Quarzfasern auf Quarzrhomboedern.

Fig. 4. Guirlandenartige Zone aus zahnartigen Kristallen, als Übergang von Quarz zu Quarzin.

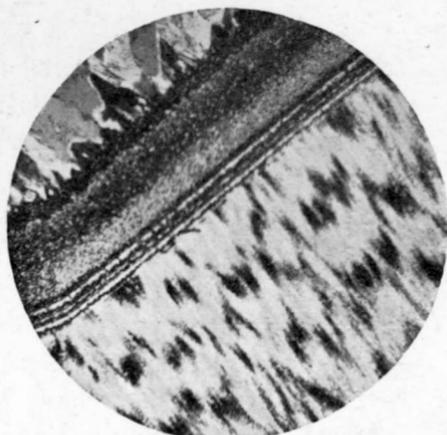
Fig. 5. Zonen mit sich periodisch ändernder Orientierung und Doppelbrechung.

Fig. 6. Konzentrisch-schalige Quarz-bildungen nach Quarzin (hell) und nach Chalcedon (dunkel) orientiert.

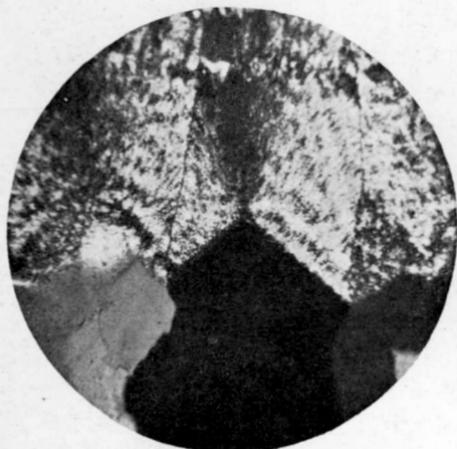




1



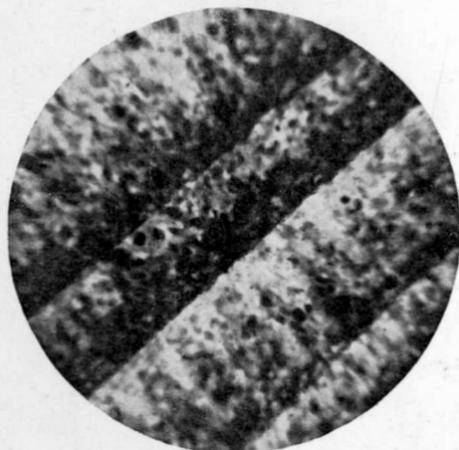
2



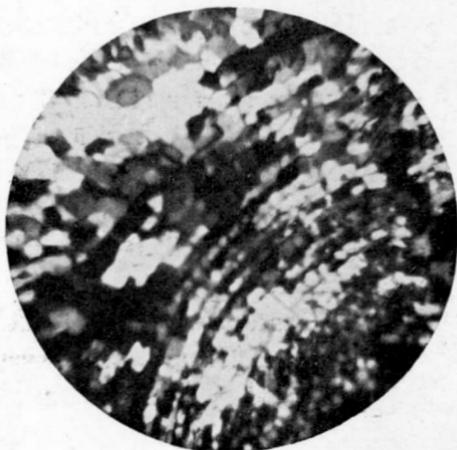
3



4



5



6