



Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

А. Е. Ферсман, Закономерные сростания минералов в Хибинских и Ловозерских Тундрах, *Извѣстія Российской Академіи Наукъ. VI серия*, 1923, том 17, выпуск 1, 275–290

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.84

20 марта 2025 г., 14:14:07



Закономерные сростания минералов в Хибинских и Ловозерских Тундрах¹.

А. Е. Ферсмана.

(Доложено в заседании Отделения Физико-Математических Наук 21 марта 1923 г.).

Среди свыше 80 минералов щелочных массивов Лапландии мы встречаемся с разнообразными явлениями совместной кристаллизации и закономерной взаимной ориентировки различных минеральных тел. Все эти синантетические образования по Sederholm'у² разных генетических типов разбиваются на две больших группы, кои и будут описаны каждая в отдельности:

А. *Закономерные кристаллические сростки* различных тел (ауксаномиты): а) при одновременной кристаллизации (в пегматитовом процессе — графолиты); б) при последовательном, кристаллографически закономерном нарастании одних минералов на другие (симплектиты).

Б. *Корониты*, связанные с образованием кристаллических оторочек (корон) под влиянием химического взаимодействия двух соседних минеральных тел (или воздействия остаточной магмы).

А. Закономерные сростки.

Закономерные сростки различных минералов, несмотря на работы Brouwer'a³, Sederholm'a⁴, Brögger'a⁵ и других, не привлекали к себе достаточно глубокого внимания, между тем, являются одною из областей большого научного интереса, особенно важной для изучения пегматитов фойитовой магмы.

¹ Из серии выпусков, посвященных минералогии и петрографии Хибинских и Ловозерских Тундр. См. сборник «Хибинский массив» под ред. А. Е. Ферсмана. Труды Сев. Научно-Пром. Эксп. 1923, № 16.

² Sederholm. On synant. minerals und related phenomena. Bull. com. Geol. Finlande. Hëls. № 48. 1916.

³ Н. А. Brouwer. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. 1911, 213 (в луяврите Трансвааля).

⁴ Sederholm, l. c.

⁵ Brögger. Zeit. f. Kryst. 1890. XVI.

Сама закономерность сростания может быть нескольких типов, а именно:

1. Строго определенная взаимная кристаллографическая ориентировка обоих веществ.

2. Определенное соотношение, ограничивающееся параллельностью некоторых кристаллографических элементов при непостоянстве ориентировки других.

3. Закономерное изменение внешней формы обоих тел под влиянием явлений роста — одновременной кристаллизации, без определенной взаимной ориентировки.

С точки зрения времени образования этих сростаний мы различаем два определенных типа:

I. Одновременная кристаллизация обоих веществ.

II. Последовательная кристаллизация, с обрастанием в одних случаях и вторичным внедрением — в других.

Значение вышеприведенных явлений, несомненно, очень велико, и необходимо обратить особое внимание на их изучение по ряду причин:

1. С одной стороны, они проливают свет на энергетику процессов роста и на соотношение тех процессов, кои создаются наложением сил роста и капиллярных сил двух минеральных видов при их одновременной (или последовательной) кристаллизации.

2. Стремясь, очевидно, к максимуму выделения энергии, взаимная ориентировка ставится в зависимость от кристаллических сеток обоих веществ и является одной из форм приспособления двух разнородных сеток к наибольшему равновесию, что имеет несомненное значение для теории структуры кристаллического вещества.

3. В виду того, что обычно закономерные сростания вызываются одновременною кристаллизациею, их изучение оказывается очень важным для изучения процессов, происходящих близко к эвтектической точке, что особенно наблюдается в пегматитовой стадии природных процессов и в ряде металлических расплавов¹.

В виду сказанного, особый интерес представляет изучение закономерных сростаний в таких районах, где они оказываются весьма распространенными, как это наблюдается в Хибинском щелочном массиве.

Но раньше чем перейти к описанию самого явления, я считаю необхо-

¹ А. Ферсман. Письменная структура пегматитов и причины ее возникновения. Петр. 1915. Изв. Акад. Наук. Стр. 12. А. Ферсман. Элементы разграничения двух одновременно кристаллизующихся веществ. Д. РАН. 1922, I, стр. 7. Детальное изложение вопроса войдет в монографию А. Ферсмана — Письменная структура пегматитов.

димым предпослать несколько общих замечаний для выяснения этой сложной группы явлений, еще недостаточно изученных.

В вышецитированной работе Sederholm (l. c.) пытался наметить часть номенклатуры для совместно образующихся минеральных тел. Однако, им охвачена лишь небольшая часть явлений и притом выбранных случайно. Я считаю необходимым остановиться на следующей желательной терминологии.

Все случаи частого совместного нахождения минералов, независимо от их морфологических или генетических соотношений, согласно Sederholm'у, мы обозначим *синантетическими* образованиями (synantetic от *συναντάω* — встречаюсь вместе). Это самый общий случай.

В нем мы различаем: *корониты* (Brögger) — закономерное обростание — замещение одних минералов другими; *симплектиты* (Sederholm) — взаимное проростание или наростание вторичного происхождения и *пегматиты* — одновременно образующиеся кристаллические сростки.

Последние могут быть разбиты еще на несколько групп: те, в которых мы находим закономерную взаимную кристаллографическую (письменную) ориентировку, мы называем *графолитами* (от *γράφω* — пишу), так как им обычно свойственна письменная структура, в противоположность бесструктурным *гранофирам*, без определенной взаимной кристаллографической ориентировки.

Наконец, все случаи закономерных кристаллографических сростков независимо от времени их образования я называю *ауксаномитами* (*αὐξάνω* — расту и *νόμος* — закон).

Детальный разбор всех этих понятий войдет в мою монографию о письменной структуре.

Описание закономерных сростаний.

Согласно исследованиям наших экспедиций 1920—1922 гг., в щелочных массивах Хибинских и отчасти Ловозерских Тундр встречены нижеследующие сростания различных минералов, причем в описание включены и микроскопические наблюдения Гакмана и Рамзая¹ и петрографа наших экспедиций Б. М. Куплетского:

А. Наблюдавшиеся в микроскопическом виде:

1. Арфведсонит — эгирин (графолит).
2. Элеолит — полевой шпат (графолит).

¹ См. W. Ramsay u. V. Hackmann. Fennia. XI. № 2.

² А. Ферсман. Минеральные ассоциации в Хибинских и Ловозерских Тундрах. ИРАН 1923. Стр. 65 и сл.

3. Полевой шпат — арфведсонит (графолит).
4. Эгирин — содалит (графолит).
5. Биотит — эгирин и биотит — арфведсонит (симплектит проростания).
6. Апатит — эгирин (микронефматит).

В. *Наблюдавшиеся в крупном виде:*

7. Элеолит — канкринит (симплектит обростания).
8. Мозандритовый мин. — лампрофиллит (симплектит обростания).
9. Мозандритовый мин. — эгирин (симплектит обростания).
10. Кварц — полевые шпаты (графолит).
11. Ортоклаз — альбит (симплектит проростания и обростания).
12. Эгирин — микроклин (графолит).

К этим же закономерным сросткам нужно отнести и описываемые далее в особой главе *корониты* — сростки энigmatита с астрофиллитом и эгирином.

Многочисленные закономерные сростания в Хибинском массиве связаны исключительно с пегматитовой и магматической стадией, особенно с первой, характеризуя этим тот общий тип пегматитового процесса, который был еще подчеркнут Brögger'ом¹. Особенно обычны они в тех разновидностях сиенита, которые носят фояитовый характер и содержат главную массу меланократных пегматитов.

1. *Эгирин — арфведсонит.*

Параллельное обростание и пойкилитическое проростание этих двух минералов отмечается Hackmann'ом² в хибините Умптека: это явление довольно обычное и отмечается для разных месторождений разными авторами. Сростание связано, несомненно, с одновременным образованием обоих минералов. Нередко к ним еще присоединяется и эгирин-авгит. Никаких определенных кристаллографических законностей, кроме параллельности вертикальных осей, в литературе не отмечается.

2. *Элеолит — полевой шпат.*

Ramsay отмечает в силлиманитовом «магматическом» гнейсе Лестивары прослойки элеолитового сиенита, в которых при микроскопировании обнаруживается микронефматитовое проростание полевого шпата (частью натрового микроклина, частью ортоклаза) и элеолита. Вертикальная ось последнего лежит в плоскости $M \{010\}$ полевого шпата³.

¹ W. C. Brögger, l. c.

² V. Hackmann, Fennia. XI. № 2. 127, 140, 148. См. Taf. XIV.

³ W. Ramsay, l. c. 219.

3. *Арфведсонит* — *полевой шпат* (альбит).

Ramsay описывает в умтеките пойкилитическое пегматитовое обрастание полевого шпата арфведсонитом, причем последний образует письменную структуру с альбитом. Очевидно, одновременное образование арфведсонита и альбита, в свою очередь, закономерно нарастающего на ортоклаз¹.

4. *Эгирин* — *содалит*.

Ramsay описывает очень интересную, чисто письменную структуру между ветвисто-развитым эгирином и минералом, который не мог быть точно определен, но является вероятно содалитом².

5. *Биотит* — *эгирин* и *биотит* — *арфведсонит*.

Nackmann отмечает в шлифах хибинита пойкилитическое прорастание эгирина и арфведсонита параллельно ориентированными листочками биотита³.

6. *Апатит* — *эгирин*.

В неопубликованной еще работе Н. Гутковой при описании многочисленных жильных месторождений апатита Хибинских Тундр отмечается очень интересное пойкилитическое прорастание больших пластинчатых масс эгирина зернами апатита. Определенных законов сростания не обнаружено.

7. *Элеолит* — *канкринит*.

В тех немногих месторождениях, где встречен вторичный канкринит (во втором западном цирке Кукисвумчорра, в верховьях р. Иидичиока), он носит характер замещения элеолита, причем канкринит образует удлиненные волокнистые агрегаты, обрастающие кристаллы элеолита перпендикулярно к их поверхности, образуя корку шириною до 1 см. Канкринит образовался после и насчет элеолита.

8. *Мозандритовый минерал* — *лампрофиллит*.

В пегматите Черника (по р. Часнаюку) очень обычно закономерное нарастание на кристаллы минерала мозандритовой группы лампрофиллита. Пер-

¹ W. Ramsay, l. c. 212.

² W. Ramsay, l. c. 210.

³ A. Lacroix. CR. 1920. 171, p. 598. Описание аналогичного сростания в элеолитовом сиените Мадагаскара.

⁶ V. Nackmann. Fennia. XI, № 2, l. c., 135.

вый образует большие пластинки, вытянутые в плоскости спайности по направлению оси *Z*. На эти пластинки закономерно выросли, часто в виде заборчика, удлиненные кристаллики лампрофиллита; до сих пор нам неизвестна кристаллографическая характеристика этого минерала, но по аналогии с астрофиллитом мы в нем имеем одну плоскость очень хорошей спайности, которую мы принимаем за {100}, и направление удлинения кристалла, которое мы принимаем за ось *Z*. Эти кристаллы, до 2 см. длины, нарастают на мозандрит так, что их длинные оси приходится перпендикулярно друг к другу, а плоскости лучшей спайности между собою совпадают. Так как оба минерала испитрихованы параллельно своей длинной оси, то получается сетчатое переплетение обоих направлений. Закономерность этих сростаний, правда встреченных лишь в одном месторождении, говорит о некоторой аналогии кристаллических структур обоих минералов.

9. Мозандритовый минерал — эгирина.¹

Аналогично только что описанному случаю, мозандрит по плоскости спайности перпендикулярно к его удлинению иногда обростает кристалликами эгирина, но не так точно ориентированными, как лампрофиллит; иногда кристаллики более строго перпендикулярны, в других случаях образуют несколько радиально-лучистых, расходящихся пучков. Как повернут кристалл эгирина вокруг своей длинной оси *Z*, сказать нельзя, но как будто бы никакой особой закономерности в этом направлении не наблюдается.

10. Кварц — полевые шпаты.

Закономерные сростания этих двух минералов отмечены были еще Ramsay'ем, который отметил в контактноизмененном имандрите проростание *quarze vermiculé* в олигоклазе и альбите, причем кварц по преимуществу образует вростки по плоскости *P* полевого шпата. Ramsay это проростание считает вторичным — при окварцевании породы¹.

Гораздо интереснее типичный еврейский камень, описанный мною из Маннепахка, где он был найден в больших образцах, необычайно напоминающих Мурзинку или Striegau. Дымчатый кварц прорастает типичный ортоклазовый микропертит с лейстами кислого плагиоклаза по оси *Y*. Сростание вполне подчиняется открытым мною законностям сростания и отвечает как раз тем случаям, которые столь типичны для Мурзинки (закон + С).

¹ W. Ramsay. Fennia. XI, № 2, p. 47—50.

11. *Ортоклаз — альбит.*

Замещение калиевых полевых шпатов натровыми является одним из необычайно характерных процессов, идущих в Хибинском массиве; в общем он должен быть приурочен к последним стадиям пегматитовой фазы, и замена микролина и ортоклаза альбитом или появление эгирина II характеризует собою как раз начало типичных пегматито-пневматолитовых процессов.

В микроскопическом виде это обростание или замещение альбитом калиевых полевых шпатов обнаруживается очень широко¹, но в макроскопическом виде оно обнаруживается лишь в контактных кварцевых пегматитах, где калиевый шпат (микроклин, чаще ортоклаз) совершенно параллельно обростается водянопрозрачными кристалликами альбита. Особенно хорошо это обнаруживается в жилах Тахтарвумчорра и в пегматитах только что описанного типа из западных контактов Маннепахка.

12. *Эгирин — микроклин.*

Закономерные или пегматитовые сростания минералов полевошпатового и пироксенового характера не представляют новинки; они уже отмечались в литературе; так Brögger² отмечает в районе Христиании великолепные письменные граниты из полевого шпата и своеобразного эгириноподобного пироксена (эгирин-авгита), причем куски с параллельными сростками этого «Pyroxen-Schriftsyenit»'а достигали размеров 30 см., и на всем их протяжении направление кристалликов пироксена оставалось постоянным. Тем более малопонятным является указание Brögger'a, что никакого определенного закона сростания не наблюдалось, так как на разных штуфах ориентировка была различной. В том же районе, по указанию Brögger'a, встречается сростание полевого шпата и эгирина, частью микропегматитовое.

Описывает и Hackmann³ эти явления в хибините и фояите Хибинского массива, подчеркивая расположение иглоочек эгирина по преимуществу в плоскости *M*, но без особых законностей ориентировки в ней самой, что отвечает случаю, ниже описываемому под № 2. Типичную письменную структуру, но без определенного кристаллографического объяснения, упоминает и Ramsay в умптеките Хибинских Тундр⁴.

¹ А. Ферсман. Кварц и кальцит из Хибинских Тундр. ИРАН. 1923, стр. 491.

² W. C. Brögger. Zeit. f. Kryst. 1890. XVI, 150, 653. См. также 151, 157, 329.

³ V. Hackmann. Fennia. XI, № 2, 110. W. Ramsay, ibidem., p. 210.

⁴ Кроме того, пегматитовое сростание эгирина с полевым шпатом указано в элеолитовом сиените Alnö. Högbom. Geol. Fören. Förhandl. Stockh. 1895, XVII, 210.

Нами наблюдалось весьма часто прорастание и обростание полевого шпата эгирином в весьма разнообразных формах:

1. Особенно часто окутывает нежноволокнистый эгирин кристаллы полевого шпата в энigmatито-мезодиалитовых мигралитических пустотах фояита (вершины Часначорра, высот и склонов Иидичвумчорра и др.). При этом получаются как бы зеленые кристаллики, которые первое время казались нам каким-то особенным минералом. Однако, в этом случае эгирин обычно расположен без всякой правильности, очевидно, обнаруживая не одновременную, а последовательную кристаллизацию после микроклина.

2. Второй тип очень характерно наблюдается особенно в верхней части эвдиалитовой жилы Лявоюока¹, где преобладает эгирин, крупнокристаллический серо-зеленоватый микроклин и энigmatит.

При раскалывании полевого шпата по спайности *P* видны черные полоски включений эгирина, вытянутые по плоскости симметрии (по грани *M* полевого шпата). Эти полоски чередуются через 2—3 мм.; при размывании по *M* обнаруживается, что эгирин нарастает по плоскости *M*, но без какой-либо определенной ориентировки в ней самой, чаще в виде радиальнолучистых сростков. Аналогичное явление наблюдалось мною несколько раз в целом ряде месторождений. Прекрасные образцы этого же явления имеются с северных склонов Партомпора к той же реке Лявоюоку.

3. К вышеописанному случаю тесно примыкает микроскопическое прорастание полевого шпата эгирином из пегматита Черника в долине Часнаюока и из ряда других месторождений (например, в эвоклито-сфеновой жиле перевала Лопарского — по наблюдению Э. М. Бонштедт). В этих случаях мельчайшие иголки эгирина (вероятно, первой генерации) пронизывают кристаллы микроклина и вызывают в нем своеобразную зеленую окраску. В иных случаях отдельные иголки видны глазом, но чаще они микроскопические. Иголки всегда вытянуты по оси *Z* полевого шпата без определенной ориентировки иголки вокруг своей вертикальной оси.

4. Наконец, последним и самым интересным типом является прорастание этих двух минералов с восточных склонов перевала Чорргора². Здесь в элеолитовом сиените наблюдается мощная жила полевого шпата (микроклина)³ желто-бурого цвета, проросшая длинными иглами эгирина длиною

¹ Одно из богатейших месторождений, вскрытых нашими взрывными работами.

² Этот перевал разделяет северный Часначорр от Иидичвумчорра, открывая скалистый проход из долины Часнаюока в долину Петрелиуса. Сбор 1922 г. Название дано нами от слов: чорр = гора, скала; гор = перевал, ущелье.

³ Ориентированные шлифы по *P* показали, что это типичный микроклин с малым количеством пертитовых лейт и с грубою сеткою микроклиновых клиньев без мелкой решетки.

до 4—6 см. Обычно этот минерал выветрился и на его месте сохранилась железистая бурая масса. Однако, нет никакого сомнения, что иглы принадлежат эгирину, тем более, что в некоторых образцах еще можно заметить остатки свежего эгирина. Ширина игол эгирина чаще всего не превышает 1—1½ мм., хотя есть более крупные до 3—4 мм.

Иглы прорастают полевой шпат пачками, причем нетрудно подметить четыре основных закономерности, из коих, однако, первая количественно доминирует и отвечает вышеприведенному случаю 3 микросростаний:

I. Иголочки расположены параллельно вертикальной оси Z , причем нередко (но не обязательно) группируются с преобладанием расположения по плоскостям $M \{010\}$ полевого шпата. На спайной плоскости P полевого шпата бывший эгириин вырисовывается в виде пустот определенной формы, отвечающих обычно форме эгирина с гранями $\{110\}$ и довольно широко развитую гранью $\{100\}$. При этом иголка эгирина повернута всегда без исключения таким образом, что грани $\{100\}$ полевого шпата и эгирина совпадают; это соотношение тем более интересно, что в сущности мы в обоих минералах имеем резко различные структурные особенности: полевой шпат псевдогексагонален, а эгириин псевдоквадратен.

Это самый обычный и наиболее выдержанный закон; он повторяется и в других месторождениях Хибинского массива, иногда с очень большою правильностью в микроскопических шлифах. См. описание п. 3 на стр. 282.

II. Второй закон не носит общего характера и весьма случаен. Иглы эгирина лежат в плоскости P , приблизительно ориентируясь по плоскости симметрии, т. е. в плоскости M . Этот случай, равно как и первый закон, лишь более точно определяют направляющее действие плоскости $\{010\}$ полевого шпата, отмеченной выше в п. 2.

Однако, в этом случае мы такой строгой определенности, как при первом законе, не наблюдаем, и нередко иглы эгирина несколько расходятся лучисто, оставаясь, однако, преимущественно все в той же плоскости M .

III. Закон третий, как и оба предыдущих, связан с направляющим влиянием плоскости M , но не является вполне ясным с кристаллографической точки зрения. Большие иглы, длиною до 5 см., лежат в плоскости M , ориентированы в общем вертикально, но образуют с осью Z угол около 15—20°, довольно сильно колеблющийся, но тем не менее не выходящий за пределы какой-то несомненной правильности.

Рационального с кристаллографической точки зрения объяснения я дать не могу. Это направление по вектору отвечает грани $\{506\}$ с $\rho =$

16°21'; однако, вряд ли правильно связывать направление с вектором столь редкой грани. С другой стороны, если мы будем считать, что при взаимной ориентировке играет роль не столько взаимодействие векторов одновременно растущих тел, сколько параллельность некоторых граней, то мы для вертикальной оси эгирина не найдем подходящей грани в полевоом шпате; такая грань должна была бы иметь $\rho =$ от $+70^\circ$ до $+75^\circ$, чему несколько отвечает редко наблюдавшаяся плоскость $\{501\}$ с $\rho = +79^\circ 06'$.

Однако, ни то ни другое предположение мне не кажется рациональным разъяснением этой законности.

IV. Закон четвертый, наблюдавшийся в том же Чорргоре, довольно интересен и носит косоу характер по отношению к псевдоплоскости симметрии микроклина. Иглы эгирина ориентированы косо, причем, рассматривая их как вектор полевого шпата, мы находим для них в среднем положение около: $\varphi = -60^\circ$, $\rho = 43^\circ$. Положение сильно колеблется, но все же отклонения не выходят за пределы несомненной определенной законности, причем повторение измерения прикладным гониометром давали приблизительно один и тот же угол как для левых, так и для правых иглочек в одном и том же полевоом шпате. Если мы будем рассматривать эти иглы как лежащие в какой-либо плоскости полевого шпата, то для этой плоскости мы получим координаты: $\varphi = 60^\circ$ и $\rho = 47^\circ$. Наиболее близкою гранью является пирамида $\{111\}$ с координатами $\varphi = 68^\circ 44'$ и $\rho = 56^\circ 52'$. С очевидною натяжкой можно эти направления связывать между собою. Любопытно, что не только длинная ось иглы ложится приблизительно в плоскость $\{111\}$, но и некоторые элементы ограничения эгириновых игл совпадают с определенными кристаллографическими элементами полевого шпата. Иглы эгирина состоят из призмы $\{110\}$ и довольно широкой грани $\{100\}$; одна из граней призмы ложится почти точно в зону $(100):(001)$ полевого шпата, с ρ около 58° ; этим в общем определяется взаимное расположение обоих сеток.

Общие заключения о сростании эгирина и полевого шпата.

Мы видим, что в общем сростания эгирина с микроклином довольно разнообразны, но могут быть охарактеризованы следующими основными чертами:

1. Длинные оси кристаллов эгирина обычно располагаются в важных плоскостях полевого шпата, а именно в $\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, преимущественно параллельно осям зон $\{010\}—\{110\}$ и $\{010\}—\{001\}$, т. е. по осям Z и X полевого шпата.

2. Из призматических элементов ограничения игол эгирина — $\{100\}$ нередко совпадает с $\{100\}$ полевого шпата, т. е. в обоих минералах совпа-

дают плоскости симметрии, что наблюдается как при ориентировке иглы по Z , так и по X .

3. Ориентировки с косыми осями реже, но тоже закономерны, а именно ориентировка в плоскости M с отклонением от вертикали на 15—20 в отрицательную сторону и в плоскости $\{111\}$ с определенной ориентировкою тоже в отрицательную сторону.

Б. Корониты¹.

Тесно примыкают к первой группе закономерных сростаний так называемые *корониты*, т. е. сплошное обростание в виде венца или каемки отдельных индивидуумов какого-либо минерала волокнами, пластинками или удлиненными кристалликами какого-либо другого минерала, ориентированными перпендикулярно к поверхности раздела и частично замещающими первый. Если морфологически приведенная характеристика вполне достаточна, то генетически она не включает в себе никакого объяснения природы этого явления, очень своеобразного и связанного, несомненно, с особыми явлениями магматического или метаморфического процесса разъедания ранее образовавшегося минерала.

В Хибинских Тундрах встречен новый вид коронитов, еще не описанный в литературе и состоящий в закономерном обростании энigmatита астрофиллитом и эгирином второй генерации².

Месторождения.

Эти образования встречены были в совершенно определенном замкнутом районе северо-западной части Хибин, а именно в следующих пунктах:

1. Западная оконечность гребня Партомчорра и его склоны к западному выходу из ущелья Партомиока.
2. Склоны Маннепахка.
3. Верховья Иидичиока (вероятно, со склонов Путеличорра).
4. Северо-восточные склоны Путеличорра (к озеру Кунъявру).
5. Вторая (с запада) северная лощина Партомчорра (в бассейне Лявоиока).

6 и 7. Первая и вторая южные лощины Центрального Лявочорра в бассейне Лявоиока.

¹ Я беру прекрасный термин Brögger'a, принятый и Sederholm'ом, l. c.

² К первой генерации эгирина мы относим большие черные призматические кристаллы, более богатые железом; ко второй — зеленые агрегаты волокнистых кристаллов, нередко образующих «солнца» и относящихся к начальным моментам пневматолитической части пегматитового процесса.

8. В осьпях третьего западного цирка Кукисвумчорра (особый тип).

9. Верхнее течение Северного Калюка (на склонах Лявчорра).

К этой же группе можно отнести условно и месторождение на западном склоне гребня Юмъечорра над ущельем Юмъегора, где, хотя и не было найдено закономерных обростаний типа коронита, но были встречены псевдоморфозы замещения листочков астрофиллита по энigmatиту¹.

Если нанести на карту все места находок коронитов, то мы увидим, что все они занимают один район вокруг центрального и действительно единственно богатого месторождения в элювиальной россыпи — на отроге Партомчорра. Все остальные носят или случайный или единичный характер.

Внешнее описание коронитов.

Корониты всегда связаны с особого типа пегматитовыми выделениями, несколько напоминающими Часначоррский тип образования минералов, но более бедные мезодиалитом²: большие скопления неправильной формы энigmatита, величиной до 10×6 см., редкие, но большие кристаллы мезодиалита, кристаллы черного эгирина I, большие кристаллы серого или голубоватого амазонита (не всегда) и обычно, в качестве заполняющего промежутки между минералами, зеленый волокнистый эгирин второй генерации в виде нарядных солнц. Элеолит обычно играет очень мало роли³.

Корониты представляют из себя оторочки из листочков астрофиллита и эгирина исключительно вокруг энigmatита. Мы наблюдаем два основных типа:

1. Наиболее обычными являются корониты с двойною оторочкою — внутренней из астрофиллита с редкими кристалликами эгирина вокруг зерна энigmatита и чисто эгириновою наружною оторочкою, переходящею часто в сплошные массы волокнистого или радиальнолучистого эгирина II. Если энigmatит плотно соприкасается с другими минералами, например, с элеолитом, полевым шпатом, то оторочки сильно утоньшаются или даже совсем исчезают, что определенно показывает связь ее образования с той обстановкою, которая послужила основанием к выделению эгирина II.

Ширина обеих оторочек в сумме доходит от нескольких миллиметров

¹ Особое явление замечено на больших скоплениях энigmatита в эгирине II плато Часначорра: наружные части энigmatита обросли пластинками минерала мозандритовой группы.

² Мезодиалитом мы обозначаем оптически непостоянные разности группы эвдиалит — эвколит.

³ Ср., повидимому, совершенно сходные образования в Serra de Monchique. Kraatz-Koschla u. V. Hackmann. Isch. Min. Petr. Mitth. 1896. TXII. 244 Бордюры эгирина вокруг энigmat. — в массиве Himausak в Гренландии. Ussing. Meddel. om Grönland. 1912. XXXVIII, p. 130.

до 2 см., причем на каждую из оболочек приходится в среднем по 1 см., хотя чаще астрофиллитовая оболочка несколько шире эгириновой (до 1—3 см.). Хотя астрофиллитовая каемка тоже содержит иглочки эгирина, но все же между обоими оболочками всегда можно заметить очевидную и резкую границу, которая является, несомненно, началом кристаллизации обоих минералов и отвечает первоначальным контурам энigmatита. От этой линии кристаллизация идет в обе стороны, часто приобретая несколько радиально-лучистое строение как внутри энigmatита, так и снаружи в массе волокон эгирина. Таким образом, получается, что астрофиллит растет только в одну сторону, насчет энigmatита, тогда как иглы эгирина растут в обе стороны.

Внедрение в энigmatит астрофиллита иногда является настолько резким, что от первого почти ничего не остается, кроме небольшого черного включения или же, что наблюдается на Юмьечорре, астрофиллит нацело замещает энigmatит, образуя псевдоморфозу (сбор 1920 г.).

Очень любопытны трещинки, постоянно пересекающие в разных направлениях образцы энigmatита; они пересекают и оболочку астрофиллита, непосредственно переходят в массу эгирина, заполнены заборчиками эгириновых кристалликов, но никогда не содержат астрофиллита, показывая, что их образование относится к более поздним фазам процесса.

2. Второй тип коронитов встречается гораздо реже и состоит из ординарной оболочки только эгирина. Он встречен лишь в немногих образцах и всегда связан с границами между энigmatитом и полевым шпатом (микроклин). В образцах из Путеличорра мы имеем большие кристаллические индивидуумы светло-зеленоватого микроклина, в которые включены неправильной формы кристаллы энigmatита. Оба минерала отделяются друг от друга светло-зеленою каемкою эгирина, кристаллы которого ориентированы перпендикулярно к границе и врезаются в оба минерала, но особенно в левой шпат, разъединяя его.

Очень редко этот же тип наблюдается между энigmatитом и мезодиалитом.

Происхождение коронитов.

До сих пор происхождение коронитов толковалось весьма различно. В прекрасной книге Sederholm'a (l. c.) собрана главнейшая литература по этому вопросу, из которой видно, что до сих пор корониты по преимуществу были известны в габбро, диабазе, эклогитах, змеевиках и вообще основных породах, чаще всего вокруг оливина или граната. В элео-

литовых сленитах они были известны лишь частично, так что описываемые нами случаи дают совершенно новый материал для суждения о происхождении коронитов.

Генезис этих явлений в литературе трактуется очень различно, причем одни стоят за первичное изменение минералов в ходе самого магматического процесса, другие — за вторичное возникновение их под влиянием метаморфических процессов.

Описываемые корониты генетически вряд ли допускают второе объяснение. Никаких механических метаморфических процессов в изученных породах мы не знаем, связь с контактными явлениями не может быть прослежена и геохимически доказана, хотя район распространения наших коронитов и приходится на область, в которой отдельные контактные явления косвенно проявляются в ряде процессов.

Во всяком случае *позднейшее* возникновение наших коронитов, после затвердевания породы, совершенно исключено: они образовались *в самом ходе магматического процесса* и вызваны химическим взаимодействием в случае первого типа между ранее образовавшимся минералом (энигматитом) и остаточной магмой в моменты выделения эгирина II, а в случае второго типа — химическим взаимодействием между двумя соседними минералами: энигматитом и полевым шпатом, но вероятно связанным с теми же моментами (т. е. типичные *reaction-rims* по терминологии американских петрологов).

Отсутствие химического равновесия между ранее образовавшимся минералом и остаточной магмой может найти себе объяснение или в изменении физико-химического режима процесса или в изменении химического состава остаточной магмы; первое, например, может быть связано с быстрым понижением давления или температуры, второе — с появлением новых летучих соединений и проч.²

В нашем случае образование коронитов связано с весьма знаменательным моментом в истории минералообразовательных процессов Хибинских Тундр¹ — этот момент отделяет чисто магматическую (эпимагматическую) от пневматолитической фазы и характеризуется началом деятельности

¹ В осыпях третьего западного цирка Кукисвумчорра найден один кусочек большого кристалла биотита включенного в полевой шпат; на их границе — кайма из иголок эгирина, восстановленных перпендикулярно к границе. Это является третьим типом коронитов Хибинских Тундр.

² См. Bowen. Am. Journ. Sc. 1922, III, 1. A. Lacroix. Bull. soc. min. France. 1915, XXXVIII, 106. F. Loewinson-Lessing. Sur l'autocatalyse magmatique. Bull. soc. min. France. 1922, № 4—5, p. 34.

летучих агентов и появлением эгирина II в виде огромных скоплений и солнц. Этот момент красною нитью проходит через всю историю минеральных образований разного типа и, несомненно, характеризуется особыми чертами: началом окислительной деятельности, появлением астрофиллито-эвколитовой ассоциации, заменою калиевых полевых шпатов натровыми (альбитом), иначе говоря — усиленной деятельности O, Na, Mn, отчасти H₂O и F (летучих соединений).

Чтобы яснее представить себе ход химического процесса, привожу рядом в круглых цифрах состав энигматита (по анализам И. Д. Курбатова и И. Старынкевич), астрофиллита (по среднему из анализов К. Ф. Белоглазова) и эгирина второй генерации (по анализу Н. Вревской).

	Эни- гматит.	Астро- филлит.	Эги- рин II.
SiO ₂	40	37	52
TiO ₂	8	11	—
ZrO ₂	—	2	—
Al ₂ O ₃	1	1	—
Fe ₂ O ₃	6	5	15
FeO	34	24	4
MnO	1	7	2
MgO	1	1	1
CaO	1	1	3
Na ₂ O	6	3	11
K ₂ O	1	3	—
H ₂ O	—	1	—

Из этих цифр мы видим исключительную близость химического состава энигматита и астрофиллита, причем наибольшая разница заключается в количестве железа, марганца и в появлении воды (и сверх того фтора). Таким образом, замещение энигматита астрофиллитом идет довольно «безболезненно», перегруппировывая один минерал в другой под влиянием окислительной обстановки, создаваемой в моменты осаждения эгирина II. Избыток SiO₂ идет, очевидно, на построение очень кислой частицы эгирина. При этом, однако, происходит увеличение объема на 12% (с удельного веса 3,7 на удельный вес 3,3). Этим увеличением объема наружной коры я объясняю появление в самом энигматите вышеописанных трещинок, за-

¹ См. А. Е. Ферсман. Минеральные ассоциации Хибинских и Ловозерских Тундр. ИРАН. 1923. Стр. 65 и сл.

полненных эгирином. Начало этого процесса замещения совпадает с началом отложения эгирина II и резко отделяет первую фазу магматического процесса от последующей.

Несколько сложнее анализ второго типа коронитов, возникающих на границе энигматита и калиевого полевого шпата. С одной стороны, несомненно, что кайма эгирина в этом случае разъедает и энигматит и полевой шпат, возникая и с той и с другой стороны; с другой — непонятна роль калиевого полевого шпата, почти не имеющего в своем составе окислов, необходимых для образования новой молекулы. Тем не менее ряд детальных исследований строения этих оболочек (неравномерная ширина, искривленность, несомненная связь с выделением эгирина II) заставляет относить их к тому же процессу, что и тип I.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.

Привожу основные выводы из вышеприведенного исследования:

1. В щелочных породах Хибинских и Ловозерских Тундр встречаются многочисленные закономерные сростания различных минералов, причем это явление приурочено исключительно к пегматитовой фазе геохимического процесса.

2. Среди этих закономерных сростаний наиболее интересным является сростание эгирина и микроклина, причем среди нескольких законов сростания наиболее обычными являются те, в которых плоскости симметрии (или псевдосимметрии) совпадают, а длинная ось Z эгирина совпадает с осями Z или X полевого шпата.

3. Большое распространение в северо-западной части Хибинских Тундр имеют *корониты*, образованные обростанием энигматита астрофилитом и эгирином.

4. Происхождение коронитов Хибинских Тундр связано с изменением физико-химического режима при переходе из энимагматической в пневматолито-пегматитовую фазу образования минералов и вызывается воздействием остаточной магмы на ранее образовавшиеся минералы.

5. Разнообразие явлений сростания различных минералов позволяет разбить их на несколько различных групп разной кристаллографической и генетической характеристики, для которых предлагается новая номенклатура.