

SCOPE

П-167 /с/

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

550.4

М-341

КОЛЬСКАЯ БАЗА имени С. М. КИРОВА

МАТЕРИАЛЫ
К ГЕОХИМИИ
ХИБИНСКИХ ТУНДР

Сборник статей
под редакцией
акад. А. Е. ФЕРСМАНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА · ЛЕНИНГРАД

МАТЕРИАЛЫ К ГЕОХИМИИ ХИБИНСКИХ ТУНДР

т. 1

Сборник статей
под редакцией
акад. А. Е. ФЕРСМАНА

550.4 20578
М-341 Шайериды
к геологии

Хибинские тундры.

4-00

An interesting precedent of public pressure on the journalists' rights was established in January 2013 at reporting on a story about unpaid electricity bills were investigated. The channel continued coverage for weeks, ensuring the pervasive sense of the luxury homes being attacked on the public in relation to the OSCE. The OSCE reported that the number of attacks on journalists in connection with their leadership, favorable conditions for the development of speech have been created. Thanks to its cooperation with the republic in relation to the development of speech.

of the Media, Dunja Mijatovic
2013 meeting with Prime Minister Jantoro S. She said, "In Kyrgyzstan, over the past three number of attacks on journalists during professional activities has decreased. Freedom of speech, favorable conditions for the development of speech have been created. Thanks to its cooperation with the republic in relation to the development of speech."

550.4

М-341

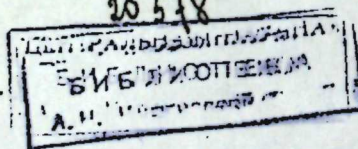
П

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Непременный секретарь академик В. П. Волгин

Август 1935 г.

Редактор издания академик А. Е. Ферсман



Технический редактор О. Давидович. — Ученый корректор Е. Мастыко

Сдано в набор 8 февраля 1935 г. — Подписано к печ. 15 августа 1935 г. 90 стр.
8 печ. л. (13 вклеск). 43008 тип. зн. в 1 печ. л. Формат бум. 62 × 94 см.
Тираж 1000. Ленгорлит № 16068. АНИ № 415. Заказ № 1252.

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. Н. Лавруцов. Месторождения молибденита в Хибинских тундрах	5
И. Д. Старынкевич-Борнеман. Ловчоррит и его аналоги	43
И. Д. Старынкевич-Борнеман. Методы анализа ловчоррита и его аналогов	67
П. Н. Чирвинский. Микроскопическая характеристика ловчоррита и одного его нового аналога из Хибинских тундр	77

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ МОЛИБДЕНИТА В ХИБИНСКИХ
ТУНДРАХ**

Первые находки молибденита в Хибинских тундрах были сделаны во время экспедиций Академии Наук 1920—1923 гг. В. И. Крыжановский при описании сернистых минералов Хибинских тундр в 1924 г.¹ упоминает об отдельных находках молибденита в следующих месторождениях: 1) в ринколито-эвдиалитовой жиле Индичвумчорра (жила Черника), где молибденит наблюдался в виде отдельных мелких пластинок на черном эгириине I; 2) в осыпях южного перевала Партомчорра — отдельные мелкие пластиночки молибденита между эгирином I и нефелином в жильных кусках, содержащих также: микролинн, эвколит, астрофиллит и ринколит, и 3) в лопаритовой жиле западного контакта Манепахка — отдельные мелкие пластинки молибденита между эгирином I и эвдиалитом. Все эти находки молибденита представляли только минералогический интерес.

В 1927 г. мною в осыпях средней части 2-го северо-восточного цирка Тахтарвумчорра было найдено несколько кусков жильной породы, состоящей в основном из мелкокристаллизованного полевого шпата — микропертита, с небольшим содержанием мелкозернистого альбита и мелких иголок эгирина I; нефелин в этих кусках отсутствовал; из рудных минералов были установлены редкие мелкие выделения темного сфалерита и равномерно рассеянные чешуйки молибденита, среднее содержание которого колебалось от 0.5 до 1%. При последующем моем обследовании 2-го северо-восточного цирка Тахтарвумчорра в 1929 г. по находимым в осыпях кускам жильной породы с молибденитом найти коренного выхода жилы в центральной части цирка не удалось, вследствие недоступности для осмотра

¹ В. И. Крыжановский. Сернистые соединения Хибинских и Ловозерских тундр. Тундры ГММ, т. IV, вып. 2, 1924 г., стр. 65.

отвесных стенок цирка, но в южной боковой части этого цирка были найдены сначала в осыпях куски альбитовой породы с молибденитом, а затем и коренной выход жильной альбитовой породы, со значительным содержанием молибденита. При расчистке этого выхода от осыпей выяснилось, что он представляет собою неправильной формы крупное линзовидное выделение, находящееся на стыке двух жил, в которые также проникли альбит и молибденит¹ (см. ниже детальное описание выхода I). В 1930 г. на этом месторождении мною были поставлены расчистки и взрывные работы, давшие благоприятные результаты и позволившие уже рассматривать это месторождение как представляющее промышленный интерес, тем более что рядом были найдены еще аналогичные альбитовые выходы и пегматитовые жилы.² В связи с этим, а также с установлением в 1930 г. Б. М. Куплетским³ присутствия молибденита в некоторых пунктах так называемой пирротиновой зоны центральной части Хибинских тундр, с 1931 г. было приступлено к разведке молибденитового месторождения во 2-м северо-восточном цирке Тахтарвумчорра и к поискам новых месторождений в центральной и в других частях Хибинских тундр.

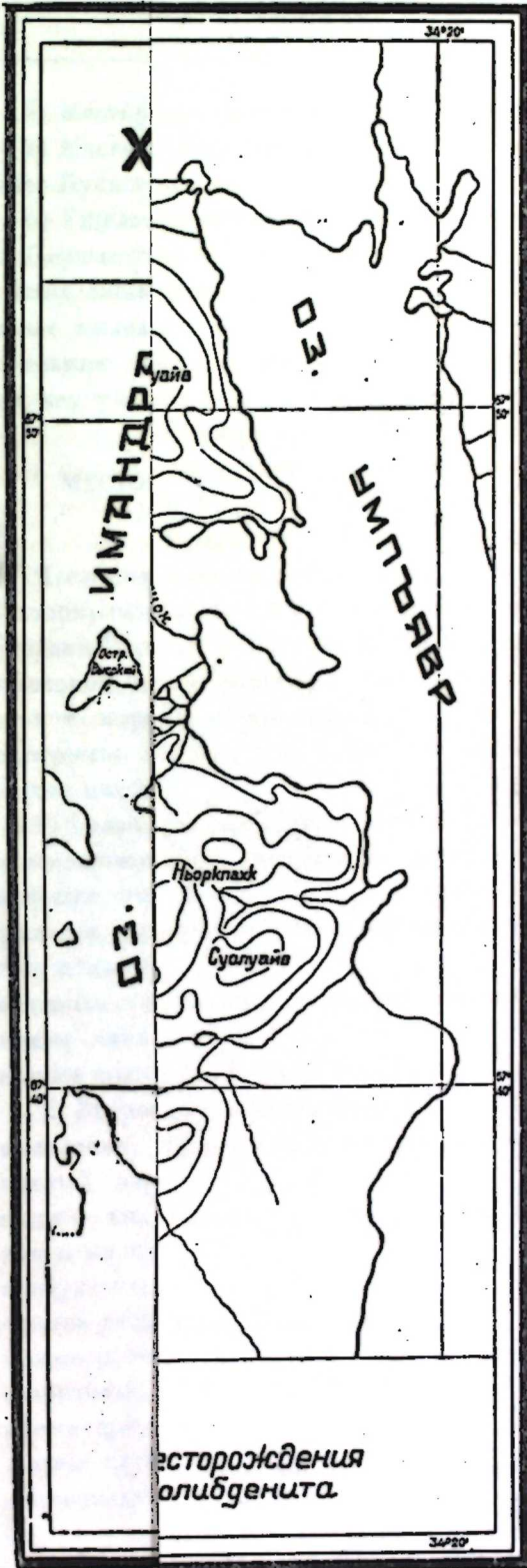
К настоящему времени, кроме отмеченных в работе 1924 г. В. И. Крыжановским трех точек, молибденит известен в следующих пунктах Хибинских тундр:

- 1) В пегматитовой жиле восточного склона Часначорра, южнее западного перевала Петрелууса.
- 2) В пегматитовой жиле 1-го северо-восточного цирка Тахтарвумчорра.
- 3) В жильных выделениях с рамзантом, лопаритом и иногда ильменитом в контактах ю.-з. части Тахтарвумчорра.
- 4) Месторождение 2-го северо-восточного цирка Тахтарвумчорра.
- 5) Месторождение на западном склоне южного отрога Кукивумчорра.

¹ А. Н. Лабунцов. Месторождение молибденита в Хибинских тундрах, ДАН, 1929, стр. 455.

² Отчет А. Н. Лабунцова о полевой работе 1930 г. и отчет об обработке материалов.

³ Б. М. Куплетский. Кукивумчорр и прилегающие к нему массивы центральной части Хибинских тундр по съемкам 1929 и 1930 гг., Тр. СОПС, 1932 г., сер. Кольская, вып. 2.



отвес
были
с моэ
поро
чисти
собор
нахо
альби
В 19
чисти
и по
став
найд
жил
Куп
назы
тунд
мест
и к
част
В. У
щих
запа
вум
иль
чор
вум
тун
обр
сив
Тр

- 6) Месторождение Апатитовой Горы у перевала Лопарского.
7) Месторождение Ласточкино Гнездо в восточной части плато Кукисвумчорра.

8) Ущелье, разделяющее Юкспор и Эвслогчорр.

Первые три из вышеуказанных месторождений, в виду нахождения лишь редких мелких пластинок молибденита в пегматитовых жилах, представляют только минералогический интерес; остальные пять крупных месторождений ниже описываются (см. карту).

МЕСТОРОЖДЕНИЕ 2-го СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ЦИРКА ТАХТАРВУМЧОРРА

Месторождение расположено на восточном отроге горы Тахтарвумчорр, лежащем между 1-м и 2-м северо-восточными цирками Тахтарвумчорра. Отрог сложен трахитондным хибинитом, в котором кое-где имеются жилы более молодых пород — тингуанита и пород тералит-шонкинитового ряда, а также большое количество разнообразных жильных образований. Последние можно разделить на две группы:

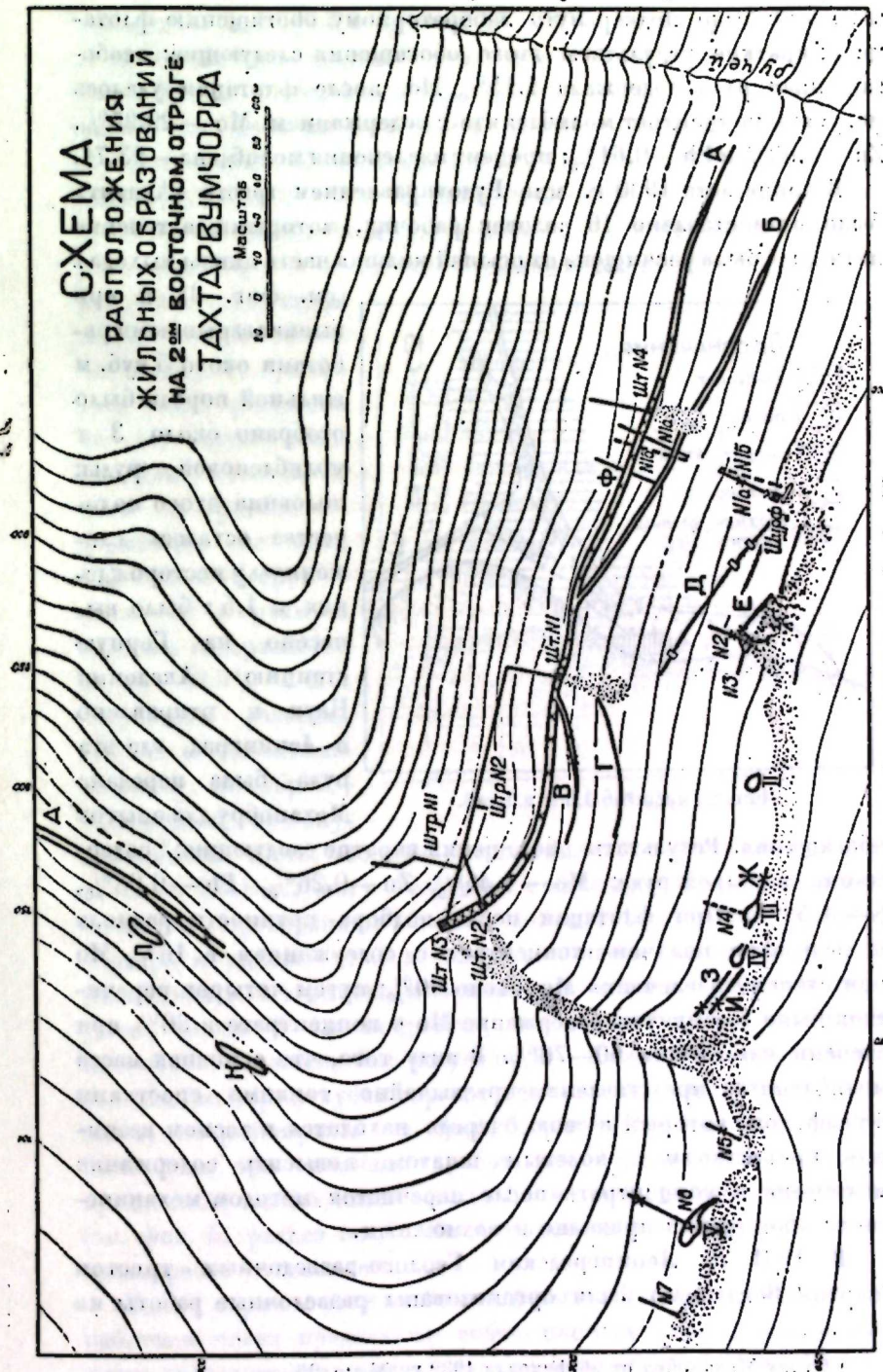
1) Более ранние пегматитовые жилы и линзы эгиринополовошпатового типа, содержащие кроме того большее или меньшее количество: нефелина, эвдалита, энигматита, лампрофиллита, ильменита, сфена, рикколита и других минералов. Этот тип жильных выделений залегает преимущественно с пологим падением к западу, мощность колеблется от 10 см до 2 м, протяжение линз от 1 до 10 м, а жилы обычно тянутся на десятки и даже сотни метров.

2) Второй тип — более поздние жилы и неправильной формы выделения, в которых главным минералом является мелкозернистый альбит, присутствуют также калинатровый полевошпат — микропертит, эгирин, апатит, флюорит, графит, пирротин и марказит, молибденит, сфалерит и галенит; нефелин или продукты его изменения — шпреуштейн, а также патролит встречаются редко. К этому же типу, более позднего образования, можно отнести также узкие флюорито-альбитовые жилы. Такие альбитовые жилы и разнообразной формы выделения залегают преимущественно имея крутое, почти отвесное падение. Наблюдаются случаи пересечения альбитовыми жилами более ранних пологопадающих пегматитовых линз и жил, а также внедрение

альбита и связанного с ним комплекса минералов; апатита, графита и сульфидов, причем это выделение, шедшее повидному по ослабленным зонам, распространяется часто по пегматитовым жилам на значительное расстояние, образуя в них альбитизированные узкие зоны, прожилки, прослой и т. п. На схеме № 1 показаны главные известные к настоящему времени выходы разнообразных жильных образований. Крупные неправильной формы альбитовые выходы обозначены римскими цифрами, альбитовые жилы — арабскими цифрами и пегматитовые жилы и линзы — буквами; присутствие молибденита крестиком.

Альбитовый выход I был найден в 1929 г., когда при расчистке от осыпей было выяснено, что он представляет собою неправильной формы линзовидное выделение в трахитоидном хибините (см. фиг. 2). Этот линзовидный альбитовый выход был вытянут с ЮЗ на СВ (около 5 м), юго-западная часть $225-45^\circ$ и северо-восточная $250-70^\circ$, причем нижняя часть выхода была скрыта под осыпями. Верхняя юго-западная часть кроме альбита содержала местами значительное количество мелкозернистого белого или зеленовато-желтого апатита, а также заключала в себе, повидному, захваченные части пегматитовых жил; вместе с тем альбит проникал и в восточную часть залегающей здесь пегматитовой жилы Е. От юго-западного конца линзы вверх по склону отходит альбитовая жила № 2. Молибденит в мелких чешуйках находится рассеянным как в альбите, так и в захваченных им пегматитовых участках, причем наибольшее количество молибденита наблюдалось в верхнем контакте альбитового тела, а также вокруг включенных в альбит пегматитовых участков (см. фиг. 2). Совместно с молибденитом здесь были установлены в небольшом количестве другие сульфиды: темный сфалерит, галенит и местные небольшие скопления пирротина.

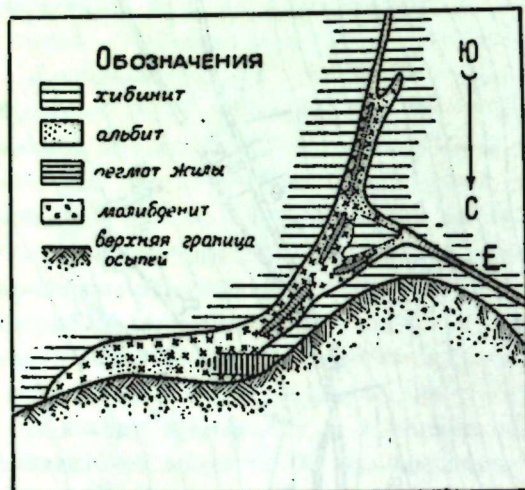
Кроме вышеуказанного альбитового выхода I и жил № 2 и Е, в 1929 г. восточнее по склону горы, на границе осыпей, были найдены еще три неправильной формы альбитовые выходы II, III и IV и жилы Ж, З, И (см. схему № 1), но в них макроскопически молибденит обнаружен не был. Из взятого в 1929 г. материала с альбитового выхода I около 20 кг, по отделении лучших кусков как музейного материала, 13 кг было передано в Механобр для лабораторного испытания обогащения на молибденит. Из этого количества 8 кг Механобром было употреблено для предварительного испытания и подбора реагентов для флотации, после



Фиг. 1.

чего 5 кг было подвергнуто лабораторному обогащению флотацией; краткие результаты этого обогащения следующие: необогащенная руда содержала 1.15% Мо, после флотации удалось получить концентрат молибденита с содержанием: Мо — 29.95%, Zn — 5.03% и Pb — 0.61%; процент извлечения молибдена — 93.71.

В конце лета 1930 г. мне Рудоуправлением треста «Апатит» было предоставлено 10 человек рабочих, которыми в течение пяти дней была расчищена от осыпей нижняя часть линзы выхода I



Фиг. 2 (масштаб 1,6 м в 1 см).

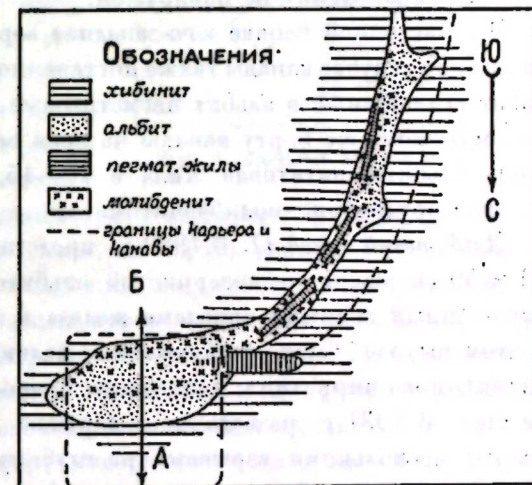
и при выемках взрывными работами около 5 куб. м жильной породы было отобрано около 3 т молибденовой руды; половина этого количества осталась сложенной у месторождения, а 1.5 т было вынесено на Горную станцию Академии Наук и отправлено в Ленинград, где эта руда была передана Механобру для опытов обогащения. Результаты обогащения вкратце следующие: ¹ содержание в сырой руде: Мо — 1.46%, Zn — 0.26%, Pb — 0.08%, S — 1.59%. При флотации после подбора крупности размола и реагентов получен концентрат с содержанием в 16% Мо при степени извлечения Мо около 90%; путем четырех перечисток было достигнуто содержание Мо в концентрате в 30% при степени извлечения 60—70%. В виду того, что основная масса молибденита представлена чрезвычайно тонкими сростками с графитом, который в свою очередь находится в тесном взаимном прорастании с полевым шпатом, повысить содержание молибдена в концентрате после перечисток методом механического обогащения признано невозможным.

В 1931 г. Ленинградским Геолого-разведочным трестом (партия Богданова) были организованы разведочные работы на

альбитовом выходе I и поисковые работы в других частях 2-го северо-восточного дюрка. В нижней восточной части альбитовой линзы велась постепенная карьерная углубка, и от нее вверх по склону по юго-западной части линзы уступами проходила канава (см. фиг. 3). В начале августа 1931 г. восточный карьер размером около 3 × 3 м был углублен около 3 м, а по канаве на протяжении около 8 м углубились на 2 м. В результате этих разведочных работ было отсортировано около 80 т руды, которая была сложена на осыпях в 30 м восточнее выхода I, причем руда была разделена на две части, одна штабель около 30 т руды со средним содержанием не ниже 1% Мо и второй — около 50 т руды со средним содержанием около 0.5% Мо.

Результаты разведки 1931 г. к сожалению остались не обработанными и не опубликованы. Часто посещая месторождение во время его разведки в 1931 г., могу сообщить следующие мои наблюдения, частично проверенные также летом 1933 г.: при углубке карьера и канавы на 1 м восточная часть альбитового тела разобшилась с верхней юго-западной частью и осталась лишь узкая, около 5 см мощности, альбитовая жилка, соединявшая обе части линзы (см. разрез по В—Г фиг. 5). Само альбитовое тело по мере углубки карьера меняло свои очертания, то суживаясь, то расширяясь (см. фиг. 4, разрез по А—Б), и на глубине 3 м, при окончании работ, его горизонтальное сечение представило собою линзу около 1.5 м длины и 20 см мощности (см. фиг. 5, разрез по Д—Е). Оруденение молибденитом во все время работ сохранилось.

Таким образом этот альбитовый выход во вскрытой горными работами части представлял собою неправильной формы альбитовое тело с ответвлениями, уходящее вглубь под углом 50—60°



Фиг. 3 (масштаб 1,6 м в 1 см).

¹ Отчет Механобра от 26 февраля 1932 г., № пр. 25.

в юго-западном направлении 200—220°; так как с 1931 г. здесь больше разведочных работ не производилось, то вопрос о том, выклинивается ли альбитовое тело, или здесь имеется только временное сужение его и оно представляет собою глубоко уходящий альбитовый столб, — остается невыясненным.

К В от альбитового тела при углубке карьера около 1 м появилось жильное альбитовое ответвление — жила № 3, частично вскрытая разведкою; здесь альбит находится в смеси с микропертитом, и молибденит не обнаружен.

В разведочной канаве юго-западная верхняя часть альбитовой линзы при углубке канавы также постепенно суживалась, и к концу работ включенные в альбит пегматитовые участки выклинились, но восточному же борту канавы на всем ее протяжении осталась лишь альбито-апатитовая жила в 10—15 см мощности, сохранившая оруденение молибденитом.

Альбитовый выход II. В 1929 г. представлял собою овальный 40 × 50 см выход мелкозернистой альбитовой породы, местами окрашенный водными окислами железа в желтовато-бурый цвет. В этом выходе были установлены мелкие редкие включения измененного пирротина; молибденит макроскопически обнаружен не был. В 1931 г. разведочною партией Богданова выход был вскрыт несколькими взрывами на глубину около 1.5 м, причем выяснено, что альбитовое тело в глубину расширяется, так как горизонтальное сечение его стало около 2 × 2 м. Повидимому это альбитовое тело, как и I, уходит вглубь под углом 60—70° в юго-западном направлении. При просмотре взорванного материала с этого альбитового выхода обнаружены мелкие редкие включения темного сфалерита, пирротин, переходящий в лимонит, очень редкие мелкие включения галенита и лишь в нескольких кусках — мелкие чешуйки молибденита.

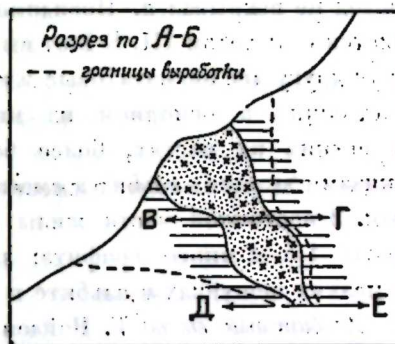
Альбитовый выход III. В 1929 г. представлял собою выдающийся уступ около 2.5 м высоты и около 2 м ширины; плоская вершина уступа — 2 × 2.5 м; нижняя его часть уходит под осыпи.

Выход сложен плотным серовато-белым альбитом, с чередующимися крупными участками мелкозернистого желтоватого апатита. В плотном альбите сульфидов не обнаружено, но в нескольких участках, представляющих смесь мелкотаблитчатого альбита с микропертитом, встречены мелкие выделения темного сфалерита и измененного пирротина. В апатитовых участках пирротин встречается чаще, и от изменения его апатит местами принимает

зеленый цвет (от закисного железа), местами золотисто-желтый цвет (от окисного железа). В апатите встречены также пропластки и неправильной формы выделения графита; молибденит в 1929 г. обнаружен не был.

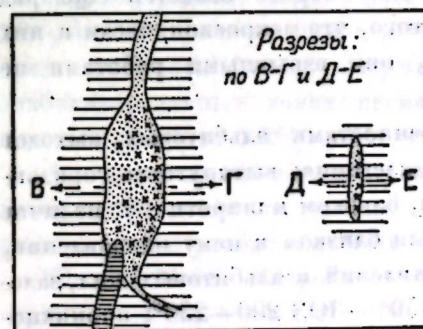
К В от выхода III имеется жильное ответвление плотного альбита с участками, содержащими микропертит и эгириин, в крайних частях постепенно переходящее в хибинит; размеры и форма этого ответвления не выяснены,

возможно, что оно соединяется с выходом IV. Вверх по склону от выхода III отходит узенькая плохо заметная жила № 4 в 2—3 см ширины, состоящая из смеси альбита с микропертитом и эгирином. В 1931 г. разведочною партией Богданова выход III был вскрыт взрывными работами до осыпей. Состав его остался прежний, т. е. в основном плотный альбит и мелкозернистый апатит. Размеры в горизонтальном сечении остались те же, около 2.5 × 2 м. При просмотре подорванного материала были встречены: в смеси альбита с микропертитом — мелкие включения сфалерита, пирротина и несколько мелких включений галенита;



Фиг. 4 (масштаб 1,6 м в 1 см).

молибденит в виде очень мелких редких чешуек был обнаружен лишь в нескольких кусках; в мелкозернистом апатите были встречены пирротин до 2 × 2 см величины, редкий сфалерит и неправильной формы выделения, пропластки и намазки графита размером до 2 × 4 см. Следует отметить, что общее направление, в котором идет вглубь



Фиг. 5 (масштаб 1,6 м в 1 см).

альбитовое тело III, аналогично выходам I и II, т. е. в юго-западном направлении под углом около 70—75°.

Альбитовый выход IV. Имеет неправильную форму, ориентировочные размеры его около 2 × 3 см, сложен плотным альби-

том серовато-белого, местами желтовато-белого цвета. В 1929 г. в нем сульфидов обнаружено не было. Взрывными работами этот выход не вскрывался. Повидимому альбитовую жилую он соединяется с выходом III. К В от выхода IV идут почти параллельные друг другу две пегматитовые жилы З и И в 10—15 см мощности, состоящие в основном из микроклина и зеленого эгирина; в средних их частях, более богатых эгирином, полосую или линзами залегает альбит в смеси с эгирином и местами с графитом. В восточной части жилы З в середине ее на протяжении около 1.5 м много графита; здесь же обнаружен молибденит в мелких чешуйках в альбите и эгирине II.

Альбитовый выход V. Найден в 1931 г. разведочной партией Богданова. Выход имеет неправильную форму, вытянут в широтном направлении около 8 м, имеет повидимому в северо-западном направлении мощное ответвление, уходящее под осыпи, а также ответвление, идущее вверх по склону в южном направлении и переходящее в альбитовую жилу с захваченными пегматитовыми участками; в общем имеет некоторую аналогию с выходом I. Молибденит обнаружен был как в верхней части выхода, так и далее вверх по альбитовой жиле, где местами содержание молибденита в среднем составляло 1—2%, а в отдельных участках и больше. В 12 м над альбитовым выходом в наиболее богатом молибденитом участке в 1931 г. была начата проходкою штольня.

Далее к В по северному склону отрога известен еще ряд альбитовых выходов, но в виду того, что макроскопически в них молибденит не обнаруживался, они взрывными работами не вскрывались.

Общими характерными особенностями альбитовых выходов являются: неправильная форма залегания; вытянутость горизонтальных сечений в направлении, близком к широтному; наличие ответвлений как в широтном или близком к нему направлении, так и почти вертикальных ответвлений и альбитовых жил, залегающих в направлении СВ 20—50° — ЮЗ 200—230°; проникновение альбита в близ расположенные пегматитовые жилы. Главным минералом в альбитовых выходах является мелкозернистый или мелкопластинчатый альбит, содержащий немного микропертита, в виде отдельных рассеянных включений в альбите, а также зерна апатита; в отдельных участках микропертит появляется в значительном количестве и преобладает над альбитом, такой

состав имеют краевые части альбитовых тел. Апатит в большом количестве часто концентрируется в отдельных участках и местами образует почти мономинеральную массу мелкозернистого апатита. Нефелин почти отсутствует, и лишь местами имеются редкие отдельные включения измененного нефелина, шпреуштейна или натролит в пустотах. Из цветных минералов присутствует эгирин II, в виде редких мелких рассеянных иголочек. Местами альбит становится темносерым от рассеянных в нем мельчайших включений графита.

Оруденение молибденитом и другими сульфидами приурочено главным образом к участкам мелкопластинчатого альбита, макроскопически более крупнозернистого, чем плотный микрозернистый (микропризматический) альбит. Молибденит кроме того встречается в пустотах в поздраватой альбитовой массе, где с молибденитом почти всегда имеется и молибдит. Сфалерит же кроме альбита присутствует и в участках, богатых микропертитом. Наибольшая концентрация молибденита наблюдается в висячем боку альбитовых тел, в пустотах и вокруг захваченных альбитовую массой пегматитовых участков (см. фиг. 2). Весьма интересный вопрос о форме альбитовых тел и глубине их залегания до сих пор остается невыясненным, так как лишь альбитовые выходы I и III вскрыты разведочными работами на глубину нескольких метров. Между тем как этот вопрос имеет и практическое значение, так как до сих пор самое богатое содержание молибденита в 1, 2, 3, а местами в 5 и даже 10% было встречено только в таких альбитовых выходах и раздувах альбитовых жил, содержание же молибденита в узких альбитизированных зонах пегматитовых жил в среднем составляет от 0.1% до 0.2%, редко местами поднимаясь до 0.5%.

Для микроскопического изучения в проходящем свете шлифы были приготовлены из наиболее характерных кусков, взятых из разных частей альбитовых выходов I и III.

Шлиф № 16. Макроскопически плотный альбит из средней части альбитового выхода I. Под микроскопом порода в основном (на 90%) состоит из мелких sdвойникованных призмочек альбита, среди которых попадаются: редкие более крупные пластиночки альбита с волнистым погасанием и без двойникования, отдельные выделения микропертита, зерна апатита и очень редкие мелкие игопочки эгирина II. В призмочках альбита в разрезах по 010 погасание 18—20%; 2V около 84°. Характер альбита и шахматная

структура его указывают на жильное образование и сравнительно невысокую температуру (микрпертит см. шл. № 17).

Шлиф № 17. Макроскопически мелкозернистая порода из верхней части альбитового выхода I, в 20 см от зальбанда. Под микроскопом порода в основном на 80% состоит из микрпертита, между пластинками которого располагаются мелкие призмочки и более редкие пластинки альбита и зерна и идиоморфные выделения апатита, которого значительно больше, чем в шлифе № 16. Микрпертит слегка замутнен — цилитизирован, содержит иногда мелкие пертитовые вроски альбита, часто в начальной стадии образования, от распада калинатрового полевого шпата. Погасание микрпертита на 010 около 9%; угол оптических осей малый. По краям микрпертита имеются трещинки, в которые проник альбит.

Шлиф № 16а. Макроскопически плотный альбит из средней части альбитового выхода I с молибденитом. Под микроскопом порода в основном состоит из альбита с небольшим количеством пластинок микрпертита и с редкими мелкими зернами апатита. Альбит-призмочками с двойникованием, но много и более крупного пластинчатого альбита с редким двойникованием или без него. Молибденит, возможно частично графит, располагается мелкими включениями от 0.05 до 0.5 мм между призмочками и пластинками альбита и иногда внутри альбитовых пластинок.

Шлиф № 17а. Макроскопически мелкозернистая порода из верхней части альбитового выхода I, вблизи зальбанда, содержит мелкие пластиночки молибденита. Под микроскопом порода в основном состоит из микрпертита, как в шлифе № 17; альбит двойникованными призмочками и более крупными пластинками располагается между пластинками микрпертита; редкие мелкие выделения молибденита размером от 0.1 до 1 мм находятся между призмочками и пластинками альбита.

Шлиф № 18. Макроскопически плотная альбитовая порода из альбитового выхода III. Под микроскопом идентична со шлифом № 16, но содержит очень мало микрпертита и больше апатита. Альбит главным образом в двойникованных призмочках.

Шлиф № 19. Макроскопически мелкозернистая порода из краевой части альбитового выхода III. Под микроскопом весьма схожа со шлифом № 17, т. е. в основном состоит из микрпер-

тита, между пластинками которого находятся мелкие двойникованные призмочки альбита; пластинок альбита нет; местами много апатита в идиоморфных выделениях.

Для сравнения были просмотрены два шлифа, приготовленные из типичных кусков, взятых из краевой и средней части главного альбитового выхода, находящегося на южном склоне соседнего 1-го северо-восточного цирка Тахтарвумчорра.

Шлиф а₁. Макроскопически мелкозернистая порода из краевой части альбитового выхода. Под микроскопом порода в основном состоит из неправильной формы как бы разорванных выделений микрпертита, с мелкими без ясных границ пертитовыми вросками альбита; в промежутках между микрпертитом — мелкие двойникованные призмочки альбита. В микрпертите и среди альбитовых призмочек — мелкие иголки эгирина.

Шлиф а₂. Макроскопически плотная альбитовая порода из средней части альбитового выхода. Под микроскопом на 50% состоит из мелких двойникованных призмочек альбита, микрпертит в более крупных пластинках, но содержит большое количество пертитовых вросков альбита. Между призмочками альбита необычайно мелкие черные точки — повидимому графит.

Из просмотра шлифов можно вывести следующее заключение:

В основном альбитовые тела состоят из альбита, в котором рассеяны пластинки микрпертита; последний содержит в разной стадии развития пертитовые альбитовые вроски; в краевых частях альбитовых тел содержание микрпертита увеличивается, и у зальбандов он уже значительно преобладает над альбитом. Альбит — более позднего образования, чем микрпертит, причем альбит можно разделить на три типа: пертитовые вроски в микрпертите, образовавшиеся за счет калинатрового полевого шпата; затем призмочки альбита с хорошо выраженным двойникованием, составляющие главную массу альбита, и третий тип наиболее позднего альбита в виде табличек, между которыми главным образом и располагаются чешуйки молибденита.

Таким образом оруденение молибденитом повидимому шло или совместно с выделением наиболее позднего альбита или позже его, проникая в промежутки между пластинками и призмочками альбита и давая необычайно мелкую вкрапленность молибденита. Кроме того, как показывают и наблюдения на месте, молибденит сосредоточивался также в несколько более крупных табличках

в верхних частях альбитовых тел в более крупнозернистой породе, содержащей много микропертита.

Изучение рудных минералов в отраженном свете произведено на материале из альбитового выхода I.

Шлиф № 2. Макроскопически среднезернистая порода, состоящая из микропертита с примесью апатита и альбита и с крупными выделениями темного сфалерита и эгирина I; взята из висячего бока юго-западной части альбитового выхода I, в разведочной канаве. В отраженном свете: 1) главный рудный минерал серого цвета имеет резкие границы с нерудными минералами, но идиоморфных очертаний не имеет. Твердость минерала средняя; обладает хорошо блестящей поверхностью с мелкими неправильной формы ямочками — определяется как сфалерит; 2) второй рудный минерал образует мелкие включения в сфалерите, включения имеют неправильную форму и изредка неясные шестиугольные очертания, цвет кремово-розовый, хорошая блестящая поверхность с мелкими ямочками, твердость средняя; в поляризованном свете меняет окраску от желтовато-розовой до стально-голубой — определяется как пирротин; 3) третий рудный минерал образует более крупные, чем пирротин, неправильной формы включения в сфалерите, а также находится в трещинах сфалерита; блеск слабый, кремово-желтого цвета; по краям, а иногда и в середине имеет каемки более тусклого серовато-желтого цвета, с шагреневою поверхностью; твердость большая. В поляризованном свете меняет окраску от розоватого до серо-синего цвета; в коломорфных каемках это плохо заметно — определяется как марказит.

Шлиф № 3. Макроскопически кусок представляет смесь микропертита с альбитом, имеются выделения темного сфалерита и мелкие выделения эгирина; взят кусок из верхней части альбитового выхода I в 1930 г. В отраженном свете: 1) главный рудный минерал ведет себя как в шлифе № 2 и определяется как сфалерит; 2) второй рудный минерал, образующий отдельные мелкие включения шестиугольного очертания в сфалерите, определяется в отраженном и поляризованном свете как пирротин; 3) третий рудный минерал образует более крупные, чем пирротин, неправильной формы включения и заполняет трещины в сфалерите; выделения его содержат более матовые участки и коломорфные каемки; в отраженном и в поляризованном свете определяется как марказит; 4) среди нерудных минералов встречаются

мелкие узенькие полоски рудного минерала белого цвета, который иглою легко царапается — определен как молибденит; 5) в сфалерите встречаются необычайно мелкие точки рудного минерала белого цвета, а также ямочки трехугольного очертания (как результат выкрашивания при шлифовке), — эти включения определены как галенит.

Шлиф № 4. Макроскопически мелкозернистая порода сероватого цвета, состоящая в основном из плотного альбита; кусок взят из средней части альбитового выхода I. В отраженном свете различаются четыре рудных минерала: 1) мелкие выделения минерала серого цвета, определенного как сфалерит; 2) мелкие выделения неправильной формы, иногда с неясными шестиугольными очертаниями, главным образом в сфалерите; определяется в отраженном и поляризованном свете как пирротин; 3) мелкие полоски в альбите минерала белого цвета, мягкого; в поляризованном свете меняет окраску — молибденит; 4) выделения в альбите минерала белого цвета, с хорошо блестящей поверхностью и трехугольными ямочками, располагающимися линейными рядами, минерал мягкий, изотропный — определен как галенит.

Шлиф № 5. Макроскопически плотная серовато-белая порода с темными пятнами, состоящая в основном из альбита с большим количеством рудных минералов; кусок взят из средней части альбитового выхода I, ближе к лежащему его боку. В отраженном свете определено три рудных минерала: 1) главный рудный минерал кремово-розового цвета, с хорошо блестящей поверхностью, с мелкими ямочками; твердость средняя; в отраженном и поляризованном свете определен как пирротин; 2) неправильной формы выделения в пирротине минерала желтовато-кремового цвета, с чередующимися концентрическими полосами более темного цвета; в отраженном и поляризованном свете определен как марказит с коломорфными полосами; 3) мелкие удлиненные выделения среди нерудных минералов белого цвета; минерал мягкий, анизотропный; определен как молибденит. Кроме того в темных пятнах в отраженном свете имеются участки серого цвета (более темного, чем полевые шпаты) с плохим полуметаллическим блеском; минерал мягкий; определен как графит.

Шлиф № 6. Макроскопически сероватая плотная альбитовая порода, с большим количеством рудных включений желтоватого цвета; кусок взят из средней части альбитового выхода I.

В отраженном свете главный рудный минерал кремово-желтого цвета в неправильных формах выделения, в некоторых участках закругленные чередующиеся полоски более темного цвета, плохо блестящие; по краям переходит в буроватое вещество; минерал твердый. В поляризованном свете блестящие участки хорошо меняют окраску от розовой до серо-синей — определен как марказит. Внутри марказита редкие мелкие выделения серого рудного минерала, который в отраженном свете определен как сфалерит. Кроме того в марказите очень мелкие темные выделения, определенные как графит.

На основании микроскопического изучения шлифов в проходящем и отраженном свете и тщательного просмотра в биноклярную лупу штуфов из альбитовых выходов I, II и III, устанавливается следующий порядок выделения минералов:

Эгирин I	—				
Нефелин	—X—			шпреуштейн	натролит
Апатит		—			
Микропертит		—X—			
Албит		пертит. ростки	призмочки	таблички	
Эгирин II			—		
Пирротин				—	
Сфалерит					—
Графит					—
Молибденит					—
Флюорит					—
Галенит					—
Марказит					—
Молибдит					—
Лимонит					—

Альбитовые жилы (см. схему № 1). Среди альбитовых жил, которые, так же, как и крупные вышеописанные альбитовые выходы, не вскрыты и еще плохо изучены, повидимому следует различать два типа жил: одни, непосредственно связанные с альбитовыми выходами, неправильной формы жилы, представляющие ответвления от крупных альбитовых тел; такие жилы вытянуты главным образом в направлении, близком к широтному (см. жилу № 3 и ответвления в альбитовых выходах III, IV и V); они описаны совместно с альбитовыми выходами; второй тип — это очень

узкие правильной формы альбитовые жилы, залегающие с крутым, почти вертикальным падением, секущие отрог в северо-восточном — юго-западном направлении от 20—200° до 50—230°; эти жилы заполняют некоторые трещины из системы таких трещин, в большом количестве наблюдающихся на южном склоне 2-го северо-восточного цирка Тахтарвумчорра (см. жилы №№ 1а, 1б, 2, 4, 5, 6 и 7). Кроме этих уже найденных жил повидимому имеется еще большое количество таких жил, но в виду их очень малой мощности они трудно обнаруживаются под осыпями и плохо заметны на отвесных недоступных для осмотра обрывах цирка.

Жила № 1а. Имеет в среднем мощность от 5 до 10 см, залегающая в направлении СВ—ЮЗ 30—210°. Начиная от осыпей, жила прослеживается вверх по склону на протяжении около 8—10 м, затем после некоторого перерыва снова появляется выше и сечет пегматитовые жилы Б и А. В основном жила состоит из альбита, но содержит повидимому захваченные от боковых стенок минералы: эгирин, микроклин и несколько измененный нефелин. Молибденит, в виде очень мелкой вкрашенности в альбите, обнаружен в нескольких местах жилы, а в одном месте — в середине жилы, параллельно зальбандам, прослеживается прослойка мелкозернистого слабо-фиолетового цвета флюорита. При пересечении пегматитовой жилы А альбитовая жила в ней как бы растворяется, но все же пересечение это достаточно хорошо видно. В нижней части у осыпей эта жила расширилась; здесь по расчистке осыпей был пройден шурф, которым вскрыто линзовидное раздутие, около 80 см мощности, 2 м протяжения, на глубине 1.5 м снова сузившееся до 20 см. Хотя границы этого альбитового раздува ясны, но от средней альбитовой части к хибиниту наблюдается постепенный переход, и у зальбандов имеется смесь альбита с микроклином, эгирином и нефелином; такие же более крупно раскристаллизованные участки встречались и в средней части раздува, где нефелин изменен в шпреуштейн; частично изменен и микроклин. Главную массу раздува составляет альбит сероватого цвета, содержащий мельчайшие вкрапления молибденита в смеси с графитом; оруденение молибденитом неравномерное от 0.5 до 3%, местами же до 5 и даже до 10%, в среднем не менее 2%. Кроме молибденита встречаются редкие включения пирротина, сфалерита и очень редкие мелкие выделения галенита. Заложенная на 2 м ниже этого раздува разведочная канава

альбитовой жилы не обнаружила — очевидно эта альбитовая жила, хотя и залегает в определенном направлении, но имеет сужения, пережимы и раздувы, как в данном случае раздув, весьма богатый молибденитом.

Жила № 16. Проходит в нижней части склона, западнее жилы № 1а, в 1.5 м от нее, но вверх по склону она постепенно приближается к жиле № 1а и теряется в хибините; после небольшого перерыва выше по склону она вновь появляется, но уже восточнее жилы № 1а (судя по направлению залегания жилы № 16). Мощность этой альбитовой жилки от 3 до 5 см; в ней видимого молибденита в естественном выветрелом обнажении не обнаружено.

Жила № 2. Отходит вверх по склону от альбитового выхода I. Направление ее в общем параллельно с жилой № 1а. В своей нижней, вскрытой разведочной канавой части жила имеет мощность в 15—10 см и кроме альбита содержит много мелкозернистого апатита; оруденение молибденитом более или менее равномерное от 0.5 до 1%, причем в апатите содержатся более крупные листочки молибденита. Выше разведочной канавы количество апатита уменьшается, и жила несколько суживается, но через 3—3.5 м вновь расширяется до 20—30 см, содержа значительное количество микроклина и эгирина, кроме того нефелин, авдиалит и другие минералы, т. е. появляется как бы включенный в альбитовую жилу пегматитовый участок; здесь жила плохо обнажена — возможно, что здесь она пересекает горизонтальную пегматитовую жилу. Выше расширения жила вновь суживается и исчезает в хибините; возможно, что она на некоторой глубине под хибинитом продолжается еще выше и пересекает пегматитовую жилу Д.

Жила № 4. Появляется в 2—3 м выше альбитового выхода III. Имеет мощность всего около 2—3 см и прослеживается по отвесному обрыву вверх по склону на несколько метров, теряясь между выступами обрыва. Направление ее параллельно с жилами № 1а и № 2.

Жила № 5. Залегает восточнее промонны, в которую спущены отвалы от штолен 6 №№ 2 и 3. Эта альбитовая жила около 3—5 см мощности, от осыпей она поднимается вверх по крутому склону в направлении СВ—ЮЗ 40—220°. На доступных для осмотра трех нижних метрах ее выхода она сложена альбитом, у зальбандов содержа минералы хибинита — микроклин, эгирин

и нефелин. Здесь в двух местах обнаружены отдельные мелкие блестящие молибденита. Насколько протягивается жила вверх, проследить трудно, так как выше идет отвесный обрыв выветрелого и покрытого лишайниками хибинита.

Жила № 6. Отходит вверх по отвесному склону от альбитового выхода V. Выше альбитового выхода на 10—12 м расширяется, и здесь была заложена штольня (в 1931 г. Богдановым). Какова была форма этого раздува, сведений не имеется. Здесь добывалась руда с содержанием 1—2% молибденита и сохранилось такое же оруденение в жиле, имеющей в среднем около 20 см мощности.

Жила № 7. Залегает восточнее альбитового выхода V, в расстоянии около 50 м от него. Мощность альбитового выхода 3—4 см. Направление ее СВ—ЮЗ 50—230°. В виду отвесного обрыва жила видна только на протяжении 2.5 м.

Жила Ф. Альбито-флюоритовая жила, залегает между штольнями № 1 и № 4, проходит, как и все альбитовые жилы, в том же северо-восточно-юго-западном направлении 30—210°, пересекая пегматитовую жилу А; ниже последней через два метра она теряется в хибините, выше же жилы А альбито-флюоритовая жила видна на отвесном обрыве на протяжении около 5 м и затем теряется между его скалистыми выступами. Мощность жилы Ф 3—4 см, боковые ее части в 1—1.5 см ширины образованы белым мелкозернистым альбитом, который к средней части жилы становится несколько крупнее, представляя агрегат альбитовых табличек; средняя часть жилы, от 0.5 до 2 см ширины, образована зернистым фиолетовым флюоритом, имеющим с альбитом довольно резкую границу, по которой часто наблюдаются тонкие оторочки эгирина II; в некоторых местах флюорит проникает в альбит, кроме того прослойки флюорита часто имеются в самых боковых частях жилы, между альбитом и хибинитом. Молибденита или других сульфидов в этой жиле при поверхностном ее осмотре и просмотре взятых из нее кусков не обнаружено. При пересечении пегматитовой жилы А жила Ф как бы растворяется в ней, но все же заметно пересечение ею жилы А. Повидимому аналогичные жилы с флюоритом имеются еще в районе штольни № 4, так как ниже штольни № 4 и западнее ее в осыпях встречаются крупные куски хибинита, одна из поверхностей которых покрыта флюоритом, по которому очевидно произошел раскол кусков.

Общими характерными чертами вертикальных альбитовых жил являются: их параллельное друг другу залегание в направлении СВ—ЮЗ, совпадающее с направлением вертикальных трещин в хибините; малая мощность жил—от 2 до 10 см; периодические раздувы, с которыми связано оруденение молибденитом; пересечение и рассасывание жил в пологозалегających пегматитовых жилах; повидимому связь жил с крупными альбитовыми телами. Наблюдаемые пережимы, исчезновение и вновь появление жил на продолжении направления их залегания указывают, что эти жилы, сохраняя свое направление, являются как бы сплюснутыми образованиями; такой характер альбитовых жил и наличие в жилах и в их раздувах молибденита—все это позволяет сделать заключение, что более вероятными путями, по которым снизу проникал летучий молибденит, являются эти альбитовые жилы и повидимому некоторые крупные альбитовые тела, также далеко уходящие вглубь.

Пегматитовые жилы. На схеме № 1 показаны главные пегматитовые жилы района молибденитового месторождения; их краткая характеристика уже была дана выше. Я не буду останавливаться на детальной характеристике всех жил, так как нас интересуют лишь жилы, содержащие молибденит; укажу лишь, что, залегая в трахитоидном хибините, пегматитовые линзы и жилы в общем относятся к одному эгирино-полевошпатовому типу, отличаются же друг от друга или в своих разных частях лишь мощностью, большим или меньшим содержанием второстепенных минералов и крупностью их выделения. Жилы залегают с пологим падением к ЗСЗ от 280 до 320° под углом от 10 до 25°. Мощность жил более или менее выдерживается на большом протяжении, иногда имеются апофизы.

Жила А. Главная молибденосная жила. В конце лета 1931 г., когда поднимался вопрос о прекращении разведки молибденита в виду суживания альбитового выхода I, мною было обращено внимание на существование определенной системы жил: альбитовых вертикальных, связанных с таковою же системою трещин в хибините, и пегматитовых пологозалегających, причем в виду отвесных обрывов цирка из ближайшей части цирка в бинокль была произведена зарисовка главных видимых на склоне трещин и жил; эту зарисовку вошла и хорошо видимая в бинокль жила А. После нескольких неудачных попыток подняться по обрывистому склону к этой жиле сотруднику отряда Богданова—т. Курчиш-

кину это наконец удалось, от жилы вниз был спущен канат, по которому затем и совершался подъем к жиле. При обследовании небольшого, доступного для осмотра участка жилы в средней ее части было установлено присутствие молибденита, где и была заложена штольня № 1. В 1932 и в 1933 гг. производилась уже систематическая разведка этой жилы штольнями, а по склону горы для прослеживания и опробования жилы была сделана берма (см. схему 1. Штольни №№ 1, 2, 3 и 4).

Жила в восточной части имеет мощность около 2 м, в западной—мощность колеблется от 2 до 1.5 м и от штольни № 4 к западу постепенно идет уменьшение мощности до 1 м. В западной части имеется ответвление—жила Б. По склону 2-го цирка жила прослежена на протяжении около 450 м. В 1933 г. шурфами, пройденными по осыпям на склоне отрога в 1-м северо-восточном цирке жила А прослежена и в этом цирке на протяжении около 200 м (см. схему № 1).

Строение жилы схематически следующее: довольно отчетливые контакты с хибинитом; краевые части сложены крупными выделениями микроклина, эгирина, незначительным количеством нефелина и второстепенных минералов: эвдиалита, энигматита и сфена; к середине жилы крупность минералов уменьшается и самая средняя часть представлена мелкозернистою породою—смесью альбита с микропертитом и эгирином II; в общем средняя часть жилы мощностью от 30 до 15 см представляет собою отличную от остальных частей альбитизированную зону, в краевых частях которой много эгирина II; местами в альбите много апатита, а изредка мелкозернистый апатит образует самостоятельные прожилки. Аналогичные альбитовые и апатитовые прожилки, но небольшой мощности в 3—6 см, встречаются в верхней части жилы, протягиваясь по несколько метров. Оруденение молибденитом приурочено только к центральной альбитизированной зоне или к верхним альбитовым прожилкам; лишь изредка наблюдались отдельные случаи проникновения молибденита в боковые пегматитовые части жилы. Центральная альбитизированная зона систематически опробована как по наружному выходу жилы на склоне 2-го цирка; так и в штольнях по обеим стенкам выработок, о чем имеются подробные материалы у разведочной партии С. З. Редметразведки. Среднее содержание молибденита, даваемое разведочной партией: по штольне № 1—0.38%, по штольне № 2—0.36% и по штольне № 3—0.26%; на металлический молибден

это составит: штольня № 1—0.228%, штольня № 2—0.216% и штольня № 3—0.156%. В виду того, что наблюдения в штольнях, вследствие запыленности стенок и слабого искусственного освещения, весьма затруднены, привожу наблюдения, произведенные по наружным выходам жилы на склоне 2-го дпрка и в ближайших от выхода частях штолен.

Наружный выход жилы между штольнями № 3 и № 2. Средняя альбитизированная зона имеет мощность 25—30 см; в крайних ее частях и местами в средней части много эгирина II. Вблизи штольни № 3 в средней части альбитизированного прожилка, богатого эгирином II, проходит на протяжении около 3 м графитовый прожилок от 0.2 до 0.8 см мощностью. Графит образует также в альбите отдельные пропластки и линзочки в смеси с эгирином II и с альбитом. Молибденит наблюдается в виде мельчайшей вкрапленности в альбите и среди эгириновых иголок; местами альбит более богат молибденитом, такие мелкие участки образуют как бы пятна в 1—3 кв. см в общей массе почти не содержащего молибденита плотного альбита. В некоторых участках на протяжении нескольких метров молибденита даже в луну обнаружить не удавалось.

В штольне № 3 наиболее полные наблюдения удалось произвести на протяжении первых 8 м. Мощность средней альбитизированной зоны около 30 см. Альбит образует смесь с эгирином II, местами с преобладанием то альбита, то эгирина, содержит также пластинки микропертита и изредка включения измененного нефелина. В 1.5 м от устья штольни в альбите проходит апатитовый прожилок около 1.5—2 см мощности, протягивающийся около 60 см. Оруденение молибденитом неравномерное, местами хорошо заметная равномерная мелкая вкрапленность, местами пятнистая, местами молибденита обнаружить не удастся. Изучение в бинокулярную луну кусков, взятых у устья штольни № 3, и просмотр под микроскопом шлифов из этих кусков показывают, что порода альбитизированного прожилка в основном состоит из альбита и игольчатого эгирина II, с более крупными редкими табличками микропертита от 2 до 10 мм величины; из второстепенных минералов присутствуют еще апатит и очень редкие зерна флюорита. Альбит представлен то плотной, то мелкозернистой разностями; под микроскопом: — плотный альбит сложен мелкими двойникованными призмочками альбита с редкими более крупными пластинками его; мелкозернистый альбит содержит большее коли-

чество пластинчатого альбита; такие же пластинки альбита находятся и между иголочками эгирина. Молибденит в виде мелких чешуек находится главным образом не в плотном, а в мелкозернистом, вернее мелкопластинчатом, альбите и между иголочками эгирина, т. е. как будто связан с мелкопластинчатым более поздним альбитом. Таблички микропертита под микроскопом имеют пертитовые вроски альбита, а по краям оторочки из мелких его призмочек. Таким образом часть альбита несомненно образовалась за счет калинатрового полевого шпата, это — раннее образование пертитовых вросток и возможно призмочек альбита в оторочках; главная же масса альбита в призмочках с хорошо заметным двойникованием более позднего образования и повидимому еще более позднего образования — таблички альбита, с которыми одновременно или несколько позднее я склонен связывать оруденение молибденитом, так же, как и в вышеописанных мною альбитовых выходах.

В нескольких местах в штольне № 3 в альбитизированной средней зоне среди альбита и микропертита имеется много включений измененного в шпреуштейн и даже в натролит нефелина, причем в таких местах наблюдались и желтые пылевидные налеты по трещинкам и мелким пустоткам, принадлежащие окиси молибдена — молибдиту. Это обстоятельство должно быть учтено при сравнении анализов на металлический молибден необогащенной породы и анализов и учета процента извлечения в флотационном концентрате, так как молибдит не флотируется. Из других редких минералов, связанных с участками, богатыми микропертитом, встречены в мелких редких выделениях пльменит и темный сфалерит, в некоторых же альбитовых участках — редкие мелкие выделения пирротина, обычно измененного и окрашенного водными окислами железа соседние участки в бурый цвет.

В штольне № 2 видимый молибденит обнаружен лишь в нескольких местах, характер оруденения тот же, что в штольне № 3.

На большом участке между штольнями № 2 и № 1, благодаря неудачно сделанной берме, закрытой среднюю альбитизированную зону жилы, последняя доступна для осмотра лишь в отдельных участках. Мощность ее колеблется от 15 до 25 см. Видимый молибденит наблюдается лишь в нескольких местах на протяжении по несколько метров и обычно в местах, окрашенных водными окислами железа в бурый цвет; в некоторых участках на протя-

жении нескольких метров молибденита при самом тщательном просмотре в лупу и откалывании кусков обнаружить не удалось; попадаются участки, где и альбита очень мало или он почти отсутствует, а средняя зона образована смесью микропертита, эгирина и измененного нефелина. На основании вышесказанного как альбитизация средней зоны, так и оруденение молибденитом на этом участке получаются весьма неравномерными. Вблизи штольни № 1 содержание альбита и оруденение молибденитом повышаются.

В штольне № 1 альбитизированная зона имеет мощность 30—35 см, молибденит хорошо видим, образуя участками мелкую равномерно рассеянную вкрапленность в альбите, а участками пятнистую вкрапленность; здесь эгирина II меньше, чем в штольне № 3; в более крупнозернистых участках встречаются выделения сфалерита.

На участке между штольнями № 1 и № 4 вновь наблюдается некоторое суживание альбитизированной зоны, местами до 20—15 см, и неравномерное содержание альбита. Молибденит обнаруживается также лишь местами—в некоторых участках, окрашенных в бурый цвет; имеются измененный пирротин и повидимому марказит, а также мелкие выделения сфалерита; местами в участках, бедных альбитом, встречаются таблитчатые выделения ильменита.

В штольне № 4 и к западу от нее наблюдается некоторое общее суживание жилы до 1.5 м, а в самой западной части до 1 м, параллельно с чем суживается и средняя альбитизированная зона, в которой количество альбита также уменьшается. Молибденит встречается в отдельных участках; общее впечатление таково, что в этой западной части содержание молибденита вообще беднее, чем в восточной части жилы; одновременно в западной части наблюдается большее содержание сфалерита и особенно ильменита.

Жила Б. Типичная пегматитовая жила, являющаяся ответвлением от жилы А; имеет сначала мощность около 70 см, но к западу постепенно суживается. В этой жиле средней альбитизированной зоны не имеется, молибденита не обнаружено, местами много эвдиалита.

Жила В. Залегает ниже жилы А и повидимому соединяется с нею восточнее штольни № 1. Прослежена еще недостаточно; местами покрыта осыпями; имеет мощность от 8 до 15 см. В бо-

ковых частях содержит микролин, эгирина, нефелин, иногда эвдиалит, сфен; средняя часть в 2—5 см ширины мелкозерниста, содержит альбит в смеси с микропертитом и эгирином II; мелкие вкрапления молибденита обнаружены в нескольких местах.

Жила Г. Залегает ниже жилы В. Прослежена только в нескольких местах; аналогична жиле В; мощность ее 5—8 см. Восточная часть для осмотра недоступна вследствие крутизны склона. В западной части молибденита не обнаружено.

Жила Д. Залегает над альбитовым выходом I. Прослежена в нескольких обнаженных от осыпей местах и тремя канавами по осыпям. Типичная эгирино-полевошпатовая жила, содержит немного нефелина и эвдиалита; возможно в западной части пересекается жилую № 1а; молибденита не обнаружено.

Жила Е. Восточным концом подходит к верхней части альбитового выхода I и к жиле № 2, где на протяжении 1—1.5 м в ней имеются альбит и мелкая пятнистая вкрапленность молибденита. К западу жила прослеживается около 6—7 м, имеет мощность 4—6 см, местами содержит эвдиалит и другие минералы, типичные для пегматитовых жил этого района.

Жила Ж. Залегает западнее альбитового выхода III, частично покрыта осыпями, возможно соединяется с альбитовым выходом III. Имеет мощность 10—15 см, из которых около трети приходится на среднюю альбитизированную зону; боковые пегматитовые части средне-раскристаллизованы. В двух местах в средней части жилы обнаружены мельчайшие блески молибденита.

Жила З. Залегает между альбитовым выходом IV и ложиною. Западный конец жилы выклинивается не доходя 2—3 м до альбитового выхода IV, а восточный конец скрывается под осыпями в ложине. Мощность жилы меняется от 8 до 15 см. В западной части жилы содержит много плотного альбита, который от средней части к зальбандам дает постепенные переходы в мелкозернистую пегматитовую породу. Восточная часть жилы богата эгирином II, образующим в середине жилы крупные лучисто-игольчатые скопления; здесь боковые части жилы между эгириновыми образованиями и зальбандами сложены пегматитом, средняя же часть между эгириновыми образованиями заполнена мелкозернистым альбитом, местами пропитанным графитом; графит кроме того образует неправильной формы проластки в альбите.

и особенно много его между альбитом и эгирином. В альбите как в смеси с графитом, так и без него, наблюдаются блестки молибденита. Некоторые участки восточной части жилы по своему строению и составу аналогичны альбитизированной богатой эгирином зоне верхней жилы А вблизи штольни № 3.

Жила И. Проходит на 2—3 м ниже жилы З, почти параллельно ей. По строению и составу похожа на западную половину жилы З; т. е. содержит в середине плотный альбит, к зальбандам переходящий в мелкий пегматит; местами жила состоит почти из одного альбита, местами богата эгирином II; графит обнаружен лишь в одном месте; молибденит в виде редкой мельчайшей вкрапленности в альбите наблюдался лишь в небольшом участке на протяжении около 20 см в восточной части жилы.

Жилы К и Л. Залегают на южном склоне отрога, на 6 и 8 м ниже жилы А. Обе эти жилы еще недостаточно расчищены от осыпей; повидимому они представляют собою крупные пегматитовые линзовидные выделения, мощностью в средней части около 4—5 м и протяженности от 8 до 15 м. Жилы очень крупно раскристаллизованы и слагаются: микролином, эгирином I, нефелином и крупными лучистыми образованиями эгирина II; местами содержат много эвдалита, лампрофиллит, мелкие призмочки ринколита, ильменит, сфен и другие минералы. Альбита в них не наблюдается. Повидимому на этом склоне отрога под осыпями и выше жилы А имеется еще много пегматитовых жил, так как осыпи богаты кусками жильного пегматита.

Жила А на южном склоне отрога прослежена лишь канавами и шурфами через промежутки около 30—50 м. Мощность жилы около 2 м. По своему строению и составу жила аналогична с выходом этой жилы на северном склоне отрога. В первых трех шурфах в средней части жилы альбитизированная зона выражена ясно, в остальных шурфах хотя и имеется альбит, но представляет ли он правильную альбитизированную зону в середине жилы, сказать определенно нельзя, так как шурфы завалены осыпями. Мелкая вкрапленность молибденита в альбите наблюдалась в шурфе № 2, где в альбите же и между ним и эгириновыми лучистыми образованиями имеется графит. В этом же шурфе среди альбита встречаются измененный пирротин и измененный в шпреуштейн нефелин, кроме того розоватый мягкий минерал повидимому группы нонтронита. В западных шурфах обнаружены сфалерит и ильменит.

Из общего обзора пегматитовых жил можно вывести заключение, что молибденит в них встречается только в связи с присутствием альбита, который обычно приурочен и составляет альбитизированные зоны и прожилки в средних частях жилы, часто богатых эгирином II. Поэтому промышленный интерес пока представляет только главная жила А; возможно, что некоторое количество молибденита могут дать жилы В и Г. Но следует отметить, что обогащение молибденитом в альбитизированных зонах пегматитовых жил неравномерное, наблюдается лишь по участкам и вообще очень бедное.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО ОТРОГА КУКИСВУМЧОРРА

Было найдено в 1931 г. геологическим отрядом Б. М. Куплетского (сотрудником Сверчковым) и в том же году разведывалось партией Богданова. Месторождение расположено на западном склоне южного отрога Кукисвумчорра на высоте около 650 м, в 2 км от Горной станции Академии Наук. Месторождение представляло собою неправильной формы линзовидное выделение плотной темной породы в контакте ийолита с хибинитом. Линзовидное тело было вытянуто в северо-западном направлении 330° и имело около 3,5 м длины, при мощности в средней части около 1,5 м; при разведке оно целиком выработано. Всяческий бок выработки сложен плотным мелкозернистым порфиroidным ийолитом, лежащий же бок — нормальным хибинитом. В контакте всяческого бока в ийолите местами имеется мелкая вкрапленность пирротина и небольшие участки, содержащие мелкозернистый флюорит. Просмотр материала на месторождении, а также руды в количестве около 20 т, доставленной в Ленинград в Механобр, и изучение материала дают следующее: макроскопически порода месторождения плотная, микрозернистая, темносерого цвета, содержит мелкие включения пирротина, как бы шлифового характера; местами же пирротин образует мелкие прожилки и линзочки. В плотной породе имеются неправильной формы загибающиеся и разветвляющиеся прожилки, более крупно раскристаллизованные. Молибденит в мелких листочках приурочен к этим прожилкам, от которых он в виде мелкой вкрапленности проникает на несколько сантиметров и в плотную породу; кроме того молибденит находится по трещинкам, где листочки его крупнее,

от трещин он также проникает в соседние участки плотной породы.

Таким образом содержание молибденита в месторождении неравномерное, есть участки плотной породы, где он отсутствует, и наоборот, в участках, содержащих большое количество более крупнораскристаллизованных прожилков и трещин, содержание его доходило до 5%. Как среднее для всего месторождения можно принять содержание молибденита около 1%. Изучение шлифов под микроскопом показывает, что порода месторождения в основном слагается альбитом, под микроскопом, дающим мельчайшие таблочки, среди которых встречаются: рудные неправильной формы выделения (пирротин), более крупные, чем пластинки альбита, отдельные выделения нефелина, темной слюды и сфена; присутствуют также мелкие включения пироксена (эгирина-авгита), апатита и флюорита. Такой комплекс минералов указывает на пневматолитический характер образования месторождения, причем молибденит, связанный главным образом с более крупнораскристаллизованными прожилками и трещинками, является последнею стадиею проникновения летучих возгонов. Весьма характерно в этом месторождении, как и в других вышеописанных, это то, что молибденит здесь опять-таки находится в альбитовой породе. Тщательный осмотр выработки, хорошо расчищенной и обнаженной, не обнаружил каких-либо прожилков во вмещающих породах, по которым возможно было бы судить об образовании этого месторождения, и откуда шло оруденение.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ АПАТИТОВОЙ ГОРЫ У ПЕРЕВАЛА ЛОПАРСКОГО

Присутствие молибденита в так называемой пирротиновой зоне центральной части Хибинских тундр было установлено в 1930 г. Б. М. Куплетским, которым указывается,¹ что пирротиновая полоса приурочена к восточному контакту слюдяных нефелиновых сиенитов со светлыми фойлитами и прослежена на протяжении около 3.5 км от верховьев долины Лопарской к СЗ по Апатитовой Горе до долины притока р. Тулли, текущего к СВ от перевала Ворткеуай. Эта полоса не представляет непрерывных выходов пирротинсодержащей породы, но намечается отдельными корен-

¹ Б. М. Куплетский. Материалы к петрографии и геохимии Кольского полуострова, ч. I, Тр. СОПС, 1932, стр. 16.

ными ее выходами и находками пирротина в россыпях и осыпях. Молибденит мелкими чешуйками был встречен по трещинам в некоторых кусках пирротиновой породы в россыпях на северо-восточном склоне цирка «Пунуайва», вдающегося в Апатитовую Гору с ЮВ, западнее перевала Лопарского. Обследование этой полосы производилось в 1932 и 1933 гг. разведочною молибденитовою партией Редметразведки, которою в 1932 г. были начаты канавные разведочные работы на молибденит, законченные в 1933 г. Маршрутное обследование пирротиновой зоны по Апатитовой Горе производилось в 1932 г. центральным Хибинским отрядом Академии Наук; таковое же обследование и осмотр сделанных разведочною партией горных выработок был произведен мною в конце лета 1933 г. Нижеследующее описание дается на основании только личных моих наблюдений в 1933 г.

Так называемую «пирротиновую зону» Апатитовой Горы следует рассматривать как небольшую составную часть дуги слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов, которые полоскою от 300 до 500 м ширины протягиваются от северо-западного склона Юкспора через долину Лопарскую по Апатитовой Горе до долины притока Тулли, текущего от перевала Ворткеуай. На этом участке полоса слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов на СВ граничит с фойлитами, падая под них в северо-восточном направлении под углом 30°, а на ЮЗ соприкасается со слюдяными нефелиновыми сиенитами. Представление о строении и составе полосы слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов и о заключенных в ней жилородных выделениях пирротинсодержащей породы можно составить по восточному участку, а именно от долины р. Лопарской в северо-западном направлении по юго-западному склону цирка Пунуайва и далее до вершины Апатитовой Горы, протяжением около 1.5 км, так как здесь имеются хорошие обнажения и проведен ряд разведочных канав разведочною партией. В северо-западной же части по плато Апатитовой Горы и затем по ее северо-восточным склонам имеются лишь два коренных обнажения пирротинсодержащей породы, остальное все скрыто под россыпями и осыпями.

Намечается следующая схема строения полосы: в ее висячем боку, соприкасающемся с фойлитами, слюдяно-роговообманковые нефелиновые сиениты молкозернисты, и в них наблюдается не везде резко выраженная полосчатость. Ширина этой разности колеблется от 30 до 60 м. Контакт с фойлитами не резкий и ча-

сто от слюдяно-роговообманковой породы в фойлит имеются апофизы. Средняя часть полосы представлена более плотную разностью слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов мощностью от 20 до 40 м, участками бедных нефелином и альбитизированных. К этой части полосы, главным образом к ее верхам, приурочены жилиподобные полосы плотной пирротинсодержащей породы. Ниже лежащая главная, наиболее мощная зона полосы образована средне- и, участками, мелкозернистыми слюдяно-роговообманковыми нефелиновыми сиенитами, которые, обедняясь амфиболом, постепенно переходят в слюдяные нефелиновые сиениты; в последних также наблюдаются апофизы слюдяно-роговообманкового нефелинового сиенита. Пирротинсодержащая порода, залегающая в верхней части средней зоны плотных слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов, образует в них неправильной формы жильные выделения в 4—8 м мощности, то суживающиеся до 2 м, то раздувающиеся до 15—20 м, и дающие менее мощные ответвления и апофизы. Порода плотного сложения, в ней имеется мелкая вкрапленность пирротина, содержание которого колеблется в среднем от 0.5 до 4%; более богатое содержание пирротина до 10% и в редких случаях до 20% встречается в редких отдельных небольших участках, когда кроме мелкой вкрапленности имеются также линзочки и прослойки пирротина. В пирротинсодержащей породе встречаются участки со значительным содержанием альбита, а также более редкие небольшие участки с более крупнозернистым — пластинчатым альбитом, содержащие также микролин, эгирин, астрофиллит, черную слюду и другие минералы, что указывает на пегматитовый характер этих участков; в них иногда наблюдаются пустоты и бурый окраска от водной окиси железа, как результат изменения пирротина.

Молибденит в пирротинсодержащей породе встречается лишь спорадически, образуя очень мелкую редкую вкрапленность в участках, богатых альбитом; наблюдается молибденит в более крупных листочках по трещинам породы и наконец молибденит присутствует в вышеуказанных пегматитоподобных участках, но опять-таки совместно с альбитом, иногда проникая в темную слюду и эгирин II. Кроме того молибденит встречается и вне пирротиновой породы; ниже ее, в слюдяно-роговообманковой породе, где он в мелкозернистом виде без пирротина находится в сильно альбитизированных участках, в альбитовых прожилках,

в линзовидных выделениях мелкозернистого альбита, а также более крупными листочками по трещинам в альбито-пегматитовых участках, содержащих микролин, эгирин, темную слюду и другие минералы.

С генетической точки зрения весьма интересно присутствие как в пирротинсодержащей породе, так и в слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитах, кроме пирротина еще целого ряда минералов, хотя и в мелких выделениях и в незначительном количестве, но проливающих свет на возраст этих пород. Апатит, флюорит, халькопирит, сфалерит, слюды, окислы марганца, да и сам пирротин, заполняющий промежутки между другими минералами, — все это указывает на богатство магмы летучими компонентами, что, в связи с апофизами слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов в фойлиты и в слюдяные нефелиновые сиениты, заставляет рассматривать слюдяно-роговообманковые нефелиновые сиениты как породу более молодую, чем фойлиты и слюдяные нефелиновые сиениты. В отношении молибденита, в виду определенной связи его с альбитизированными участками породы, с отдельными альбитовыми линзами и прожилками, находящимися как в пирротинсодержащей породе, так и вне ее, а также отложение молибденита по трещинам — все это приводит к заключению, что проникновение молибденита было более позднее, не связанное с образованием пирротинсодержащих жильных выделений. Вследствие чего проведенные разведочные работы на этом месторождении проходкою разведочных канав только в пирротинсодержащей породе, через определенные промежутки, без учета вышеуказанных генетических особенностей и возможных мест оруденения молибденитом, разведочные работы, законченные как давшие отрицательные результаты, не могут считаться достаточными для окончательного ответа о неблагонадежности этой зоны в отношении молибденита, и должен быть поставлен вопрос о более тщательном изучении полосы слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов в целом, для выявления в ней участков, богатых альбитом и альбитовыми жильными выделениями с молибденитом и для постановки в таких участках разведочных работ.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ЛСТОЧКИНО ГНЕЗДО»

Продолжающаяся от Апатитовой Горы к северу полоса слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов, указываемая,

Б. М. Куплетским, проходит по восточным склонам Кукисвумчорра. Здесь благодаря изрезанности рельефа долинами и цирками, а также вследствие плохой обнаженности пород, наблюдения вести крайне трудно. По данным разведочной партии Редметразведки, выходы слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов и связанная с ними пирротинсодержащая порода образуют лишь отдельные изолированные участки. При осмотре нескольких участков слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов на склоне и отроге Кукисвумчорра южнее Большого цирка, что западнее р. Тулли, мною установлена в нескольких местах в плотных разностях породы мелкая вкрапленность пирротина, но эти пирротиновые участки не представляют собою жилородных образований как в юго-восточной части Апатитовой Горы. Молибденит здесь в коренных породах обнаружен не был, но в осыпях отрога, составляющего южную часть Большого цирка, в нескольких кусках, богатых альбитом, молибденит находился как в виде мелкой вкрапленности, так и по трещинам. Более интересным по содержанию молибденита оказался выход плотной альбитовой породы, находящийся на расстоянии около 0.5 км севернее Большого цирка, на небольшом отроге восточной части (обрыва) плато Кукисвумчорра, — месторождение, которое по своей трудной доступности названо нами «Ласточкино Гнездо». Месторождение это было найдено сотрудником Центрального Хибинского минералогического отряда Академии Наук П. К. Семеновым в 1932 г., когда в нем был обнаружен молибденит по трещинам породы в нижней обрывистой части выхода. Летом 1933 г. этот выход был снова осмотрен и более детально обследован П. К. Семеновым. Плотная альбитовая порода прослежена здесь с З на В на протяжении около 60 м, с С на Ю — около 40 м, а глубина ее залегания в обрыве установлена около 20 м. В верхней части порода имеет незначительную мелкую вкрапленность пирротина, молибденит же наблюдается лишь по редким трещинам. В нижней половине выхода порода разбита системой трещиноватых зон — полос от 5 до 50 см ширины, иногда пересекающих друг друга, идущих в общем с пологим падением к З. Эти зоны представляют собою как бы брекчию линзовидных кусков альбитовой породы, промежутки между которыми заполнены мелкозернистым графитоподобным молибденитом, образующим прожилки, пропластки, линзы и т. п.; вместе с тем и альбитовая порода в промежутках

между трещинами и трещиноватыми зонами также содержит мелкую вкрапленность молибденита. Из материала, взятого равномерно из трещиноватых зон и промежутков между ними, в количестве около 20 кг, на Горной станции Академии Наук была приготовлена средняя для анализа проба. Анализ, произведенный химиком Горной станции Г. М. Ермолиным, дал содержание металлического молибдена, позволяющее рассматривать это месторождение интересным для разведки. Результаты обследования месторождения и анализа были сообщены в августе месяце в Контору «Новиромпатита», с указанием на необходимость детального обследования и последующей организации разведки этого месторождения, могущего иметь промышленный интерес.

Весьма интересным является микроскопическое изучение образцов породы этого месторождения, взятых из нижней его молибденосной части.

Макроскопически порода очень плотного сложения, сероватого цвета, местами с едва заметным розоватым оттенком; видимых включений пирротина даже в луну не наблюдается. Под микроскопом порода на 90% состоит из очень мелких табличек альбита, иногда с волнистым погасанием, в промежутках между которыми встречаются: более крупные редкие двойникованные призмочки альбита; выделения флюорита, местами в большом количестве; редкие выделения апатита и крайне мелкая рассеянная вкрапленность рудного минерала — пирротина. Шлифы породы этого месторождения имеют большое сходство со шлифами из месторождения альбитовой линзы западного склона южного отрога Кукисвумчорра. Это обстоятельство, а также залегание месторождения «Ласточкино Гнездо» повидимому в виде изолированного крупного альбитового тела вблизи мелкозернистых эгириновых нефелиновых сиенитов — все это заставляет предполагать об аналогии этого месторождения с месторождением на западном склоне южного отрога Кукисвумчорра.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ В УЩЕЛЬИ МЕЖДУ ЮКСПОРОМ И ЭВЕСЛОГЧОРРОМ

Первые находки молибденита в этом ущельи были сделаны в 1932 г. сотрудником Юкспорского отряда Академии Наук С. Д. Поповым, которым в осыпях северо-восточного обрыва ущелья были взяты куски породы с блестками молибденита.

Летом 1933 г. при обследовании мною этого ущелья в осыпях на протяжении 20 м под северо-восточным обрывом ущелья в средней его части также были встречены куски слюдяно-роговообманковой породы сблестками и пластинками молибденита. В виду отвесного борта ущелья осмотреть его и найти коренные выходы этой породы не удалось. Здесь же в контакте слюдяного нефелинового сиенита с фойлитами были обнаружены небольшие 20 × 50 см линзовидные выделения плотной породы, содержащей рассеянные пластинки молибденита.

Тщательный просмотр в бинокулярную лупу кусков породы собранного материала и микроскопическое изучение шлифов дало следующее:

Слюдяно-роговообманковая порода. Макроскопически — среднезернистая порфириовидная порода, в которой на общем фоне белых кристаллических выделений микроклина содержатся: темные пятна неправильной формы, мелкозернистого сложения, состоящие в основном из смеси роговой обманки и темной слюды; неправильной формы выделения зеленовато-серого или измененного коричневатого нефелина; светлосерые пятна и неправильной формы выделения мелкозернистого альбита, заполняющие промежутки между другими минералами; молибденит пластинками и чешуйками вместе с альбитом находится в промежутках между другими минералами; мелкие редкие выделения пирротина — главным образом в темных пятнах в смеси роговой обманки, слюды и альбита; местами пирротин изменен в буроватое вещество водных окислов железа.

В шлифах под микроскопом главным минералом устанавливается полевой шпат — анортотлаз, образующий таблицы с зубренными контурами, затем нефелин, местами с частичным замещением его канкринитом и с содержанием мелких иголочек эгирина. Из цветных минералов, скучивающихся в пятна, наблюдаются темная слюда в смеси с эгирином, более крупные обрывки амфибола — арфведсонита и астрофиллита. В промежутках между анортотлазом и нефелином, а также в смеси с цветными минералами имеется альбит в виде призмочек и табличек; встречаются еще в небольшом количестве зерна апатита, сфен и по трещинкам патролит. Рудные выделения пирротина приурочены к местам скопления цветных минералов, молибденит же в промежутках между полевым шпатом и нефелином совместно с альбитом.

Плотная порода из линзовидных выделений. Макроскопически — светлосерого цвета, с небольшими выделениями коричневатого-серого нефелина; в отдельных местах имеются мелкорассеянные игопочки эгирина и пластинки астрофиллита. Молибденит отдельными редкими пластинками, размером от 1 до 3 мм, рассеян в породе. Макроскопически порода весьма похожа на альбитовую породу, но микроскопическое изучение показывает, что она в основном состоит из нефелина, образующим мелкие часто идиоморфные выделения, в промежутках между которыми находятся зерна апатита, пластинки альбита, мелкие игопочки эгирина и удлиненные таблички астрофиллита.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании полевого изучения месторождений молибденита Хибинских тундр 1933 г. и обработки собранного из месторождений материала можно сделать следующие предложения для продолжения изучения месторождений, поисков и разведочных работ:

По Тахтарвумчоррскому месторождению. В целях установления генезиса месторождения и выяснения путей, по которым проникало оруденение молибденитом, как в главную пегматитовую жилу А, так и в разнообразные жильные альбитовые образования, залегающие ниже жилы А, и в виду того, что оруденение молибденитом связано с альбитом, необходимо:

а) в жиле А вести проходки штолен таким образом, чтобы непрерывно вскрывалась средняя альбитизированная зона жилы, а также нижний ее контакт;

б) по жилам В и Г произвести расчистки и опробование жил по наружным выходам на склоне, а из штольни № 3 пройти гезенк для пересечения этих жил;

в) в крупных альбитовых выходах I, II, III, IV и V и в некоторых альбитовых жилах: № 1 в раздуве, вскрытом шурфом, в жилах № 2 и № 6, а также в жилах Ж, З и И произвести вскрытие взрывными работами для изучения элементов залегания и оруденения молибденитом;

г) тщательно обследовать (хотя бы при помощи спуска на канатах) весь северный крутой склон отрога в районе месторождения для нахождения, учета, выяснения молибденности и элементов залегания всех жильных образований;

д) произвести расчистку на северном склоне отрога по верхней границе осыпей с целью лучшего обнажения всех жильных альбитовых образований, часть которых прикрыта осыпями, и для обнаружения новых жильных выходов.

На западном склоне южного отрога Кукисвумчорра. В виду того, что выработанное месторождение содержало кроме молибденита значительное количество пирротина и вследствие покрытия склона горы осыпями, произвести поиски новых месторождений по склону горы электрометрическим методом, в особенности в местах предполагаемого контакта хибинита с пидолитом.

По зоне слюдяно-роговообманковых нефелиновых сиенитов. В виду связи оруденения молибденитом с альбитизацией слюдяно-роговообманковой породы и с жильными альбитовыми образованиями, находящимися как в пирротинной зоне, так и вне ее, произвести обследование полосы к СЗ от Лопарской долины по Анагитовой Горе и к В по Юксפורу, для выявления и изучения молибденосных альбитизированных участков породы и жильных в ней образований; в каковых местах при обнаружении молибденита и начать разведочные работы.

По месторождению «Ласточкино Гнездо». В виду богатого содержания молибденита в нижней части месторождения и в виду значительных размеров этого месторождения произвести детальное его обследование, изучение и разведку.

По месторождению в ущельи между Юксפורом и Эвеслогчорром. Произвести детальное обследование бортов ущелья и склонов выше ущелья с целью поисков коренных выходов альбитизированной слюдяно-роговообманковой породы и отдельных жильных образований с молибденитом.

Следует отметить, что в случае обнаружения коренных выходов альбитизированной слюдяно-роговообманковой породы с молибденитом здесь, повидимому, можно рассчитывать на мощную полосу такой породы с равномерным содержанием молибденита порядка от 0.2 до 0.5%, причем молибденита без графита и, сравнительно с Тахтарвумчоррским месторождением, в более крупных табличках, что позволит получать высокопроцентные концентраты.

Таким образом район ущелья между Юксפורом и Эвеслогчорром заслуживает серьезного внимания для поисково-разведочных

работ, как район возможного благонадежного месторождения молибденита.

В контактной зоне на ю.-з. склоне Тахтарвумчорра произвести поиски молибденита как в самом контакте хибинита с метаморфическими породами, так и в апофизах хибинита в эти породы и в альбито-пирротинных жильных выделениях, обнаруженных там электроразведкой.

На основании имеющихся в настоящее время данных о месторождениях молибденита Хибинских тундр я склонен считать, что наибольшего внимания заслуживает Тахтарвумчоррское месторождение и особенно его нижние альбитовые выделения и жилы, которые несомненно связываются между собою в глубине и в которых все же наиболее сильно проявлено оруденение молибденитом; поэтому в качестве первоочередных разведочных работ можно рекомендовать п.п. в и д практических предложений.

Ленинград. Январь 1934 г.

ЛОВЧОРРИТ И ЕГО АНАЛОГИ

Ловчоррит и ринколит принадлежат к группе мозандрита-ринкита-конструита — фторо-титано-силикатов, содержащих редкие земли, кальций и щелочи.¹

Оптически между ними найдена некоторая разница, но и большое сходство. Мне хотелось, путем вывода химической формулы, выяснить их химический характер, установить степень сходства и характер различий и кроме того, отнести всю группу либо к мета-, либо к ортосиликатам, — вопрос, по которому мнения расходятся.

Рассматривать будем следующие образцы:

1. Ловчоррит — минерал, найденный впервые в Хибинских тундрах, служит сырьем для редких земель, добывается на Юкспорском руднике; по внешнему виду похож на клей, или стекло, массивные куски желтоватого, буроватого или переходящего в зеленоватый или красноватый оттенок; он нередко окружен прилегающей к нему корой различного вида, смотря по местонахождению. С горы Юкспор этот «измененный ловчоррит» (вудъяврит) красновато-бурого оттенка, глянцевитый и не столь рассыпчатый, как с Вудъяврчорра или Тахтарвумчорра (см. прилагаемые фотографии — фиг. 1 и 2b и анализы №№ 1—6 и №№ 10—13).

2. Вудъяврит — желтый, вполне аморфный минерал, встречающийся в виде прозрачного, рассыпчатого стекла в прожилках по соседству с ловчорритом; конечный продукт изменения ловчоррита (анализ 14, фиг. 1 и 2a).

3. Ринколит (1)¹ впервые найден в Хибинах, в виде удлиненных, иногда лучисто-расположенных кристаллов в изломе такого же цвета, как ловчоррит, часто покрыт матовой, сероватой пленкой (анализы 7—9, фиг. 3a).

¹ После сдачи работы в печать в ловчоррите и ринколите был найден ниобий — 2%, заменяющий титан.

4. Четыре образца, найденные Г. П. Черником (2) в Хибинских тундрах и анализируемые им же; последний образец, по описанию автора, несколько напоминает ловчоррит, первые три на него не похожи. Образцов этих минералов я не видела и ни с каким хибинским отождествить не могу. Оптика автором не дается (анализы 15—18).

5. Ринкит (1,3) — гренландский минерал, с которым не вполне был отождествлен ринколит (анализы 19—20).

6. Конструит (1, 4) — из Лангезундфиорда, похожий по оптическим свойствам на ринкит (анализ 21).

7. Мозандрит (1, 4) — с острова Ловен; оптические и химические данные не позволили выделить его в свое время отдельным минералом и поэтому он рассматривался совместно с конструитом (анализ 22).

8. Розенбушит (5) — из Лангезундфиорда, цирконовый титано-силикат, не содержащий редких земель, причисленный Zamboni к той же мозандрито-конструито-ринкитовой группе (анализ 23).

9. Новый минерал (16) — найденный в Хибинах, плато Юкспор, жила ловчорритовая, фтористый титано-силикат кальция и щелочей, не содержащий редких земель; волокнистый минерал, сероватого цвета, похожий на пектолит (анализ 24).

10. Минерал (16) — найденный там же, где предыдущий, по внешнему виду похожий на ловчоррит, содержит меньше редких земель (анализ 25).

11. Пектолит (6) — из Хибинских тундр и из Арканзаса, приводится лишь для сравнения химического состава (анализы 26—27).

Процентные отношения главных составных частей (см. таблицы) нам сразу показывают большое сходство между ловчорритом-ринколитом и одним из ринкитов (№ 19): количество TiO_2 колеблется от 11%¹ до 13.36% (ринкит); SiO_2 от 27.35% до 29.78%; сумма редких земель от 13.85% до 21.25% и $CaO + SrO$ от 23.26% до 30.82%, причем уменьшение CaO соответствует увеличению суммы редких земель. Процентное содержание фтора колеблется от 4.75% до 6.38%, а щелочей от 6.56% до 9.56%.

В анализе измененного ловчоррита, вудьяврита, мы имеем увеличение TiO_2 с колебанием от 15.36% до 19.95%, увеличение

¹ В эту цифру входит 2% Nb_2O_5 .

суммы редких земель до 23.08%—26.45% и резкое уменьшение в содержании окиси кальция, щелочей и фтора. Содержание окиси кальция колеблется в пределах 2.26—6.34%, щелочей от 0.32% до 1.59% и F от 0% до 0.19%, кроме того увеличивается процентное содержание воды до 24—26%.

Переходя к молекулярным соотношениям и предполагая, что редкие земли изоморфно могут замещаться кальцием и стронцием таким образом, что 3 молекулы CaO замещают одну молекулу M_2O_3 , где M обозначает редкоземельные металлы (7), мы сравниваем отношение кислотных радикалов к основаниям (нижняя часть таблицы), принимая за кислотные радикалы SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , ThO_2 и F, а за основания CaO , SrO , Na_2O , K_2O , MgO , MnO , $3M_2O_3$ (где $M = Ce, La, Di$ и пр.). Для получения соизмеримых величин, нужно число молекул M_2O_3 умножить на 3, ибо 1 молекула M_2O_3 соответствует трем молекулам MO.

Al_2O_3 и Fe_2O_3 не принимаются во внимание, они находятся в небольших количествах и вероятно в виде сложной молекулы: алюмосиликата, т. е. для нашего отношения кислот к основаниям — значения не имеют. Это отношение отступает от единицы в измененном ловчоррите (№№ 10—14), где оно больше двух, и в мозандрите и розенбушите, где оно равно 1.5. Измененный ловчоррит содержит конституционную воду, вполне насыщающую избыточные молекулы SiO_2 , что возможно и для мозандрита, но не приемлемо для розенбушита, совсем не содержащего воды. Все небольшие отклонения от единицы в остальных анализах мы можем отнести к ошибкам аналитика, ибо, беря среднее для всех анализов ловчоррита и одного из ринколитов, в котором были разделены редкие земли, мы получаем отношение равное 1.00.

Из этого следует: 1) что F замещает кислотный радикал (TiO_2) или (SiO_2), а не кислород, как это предполагает для всей группы Zamboni (4). (Если бы его предположение было верным, то наше отношение было бы > 1), 2) что мы, согласно указанию Zamboni на сходство с пектолитом, имеем соединение метасиликата, где $MO:SiO_2 = 1$, а не ортосиликата, в котором $2MO:SiO_2 = 2$, как предполагали Dana (4), Des Cloiseaux (4), Brügger, основываясь на кристаллографическом сходстве с доизитом, принадлежащим к группе эпидота. К последнему мнению присоединяются Gossner и Krauss (8) в работе 1933 г. над рентгеновской решеткой ринкита. Я, к сожалению, знакома с их работой лишь

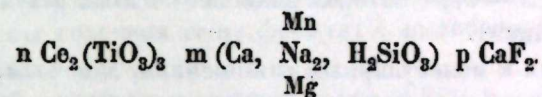
по реферату в *Chemisches Zentralblatt*, в котором высказывается с большой осторожностью лишь возможность принадлежности ринкита к ромбической системе и указывается на небольшое сходство с докзитом, вероятно кажущееся, потому что при меньшем элементарном объеме ринкит имеет сравнительно небольшую плотность. Как следствие, они выводят иное строение, но дают все же своеобразную формулу ортосиликата. Постоянные решетки $a=18.47$, $b=5.67$ и $c=7.46$ имеют, по работе Gossner'a в 1928 г., некоторое сходство с константами для диопсида, принадлежащего, как и пектолит, к моноклиническим пироксенам, и равны: $a=9.71$, $b=8.89$, $c=5.24$: удваивая a мы получаем 19.42, т. е. величину весьма близкую к a ринкита — 18.47. Эти данные решетки, как будто, не исключают возможности принадлежности мозандритовой группы к группе пектолита, что, надо надеяться, в ближайшем будущем будет выяснено изучением рентгеновских диаграмм ринколита и пектолита. Сравнивая, далее, молекулярные отношения в ловчоррите и продуктах его изменения, мы замечаем, что постоянным остается только отношение окисей редких земель к окиси титана. В соединении $Ce_2(TiO_3)_3$ число молекул Ce_2O_3 должно равняться числу молекул TiO_2 , деленному на 3, т. е. $\frac{Ce_2O_3}{3TiO_2} = 1$. Для анализов ринколита и ловчоррита (мы берем тот анализ, в котором редкие земли разделены), это отношение колеблется от 0.86 до 1.17 и в среднем равно 0.99. Для анализов измененного ловчоррита (вудьяврита) (корочки) оно колеблется от 0.74 до 1.25 и в среднем равно 1.02; если же взять среднее из всех полных анализов ловчорритов и ринколитов, то мы получим $\frac{Ce_2O_3}{3TiO_2} = 1.00$. Следовательно есть достаточная степень вероятности, что редкие земли соединены именно с титаном.

Отношение числа молекул (Na_2O) к числу молекул (F_2) колеблется для ловчоррита и ринколита от 0.89 до 1.41 и в среднем равно 1.22, а для корочки вудьяврита — от 0 до 0.30; фтор убывает значительно быстрее щелочей и первоначальное предположение (10), что он соединен с щелочами в виде NaF неверно. Предполагаем, что он соединен с Ca , в виде CaF_2 . Остаются молекулы мета-силиката, содержащего Ca (Sr) Na_2 , (K_2), Mg , Mn и может быть H_2 — по химическому составу сходного с пектолитом, химическая формула которого $(Ca, Na_2) SiO_3$ и (Ca, Na_2, H_2)

SiO_3 — пектолит часто содержит Mg и Mn и притом иногда в немалых количествах (6).

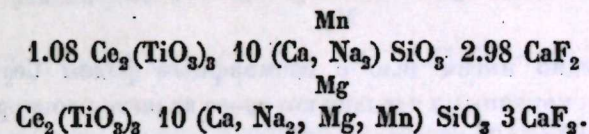
Предположение, что F соединен с Ca , находит себе некоторое подтверждение в неоднократных указаниях на совместное нахождение пектолита с флюоритом и на одновременное выделение с ним (6), образуя включения в 2—3 мм в поперечнике, или рассеян в нем порошковой массой (11), а также и на то, что в измененном ринколите наблюдались зерна флюорита (12).

Таким образом, не делая еще точного перечисления молекулярных соотношений, мы пришли к вероятной химической формуле ловчоррита, ринколита и родственных ему минералов:



Отношение $Ce_2O_3 : 3 TiO_2$ в каждом анализе не равно точно единице, и поэтому я допускаю изоморфное замещение кальция редкими землями и, переходя к дифрам единичных анализов, избыточные редкие земли изоморфно ввожу в молекулу мета-силиката или, может быть, фтористого кальция, замещая $3 CaO — 1 M_2O_3$. Недостаточные M_2O_3 в титанате я таким же образом замещаю тремя молекулами CaO . В нескольких анализах отношение кислот к основаниям < 1 : это мы объясняем ошибочным определением SiO_2 (см. часть аналитич.) и нехватяющий кремнезем дополняем до молекулы $Ca SiO_3$.

Получаем из таблиц среднее соотношение для 7 анализов:

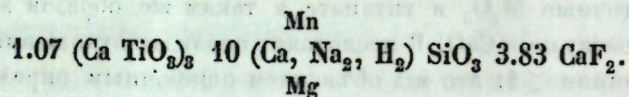


Осенью 1933 г. нашей лабораторией были получены образцы трех минералов от М. С. Афанасьева, найденные им на плато Юкспора в ловчорритовом месторождении. 2 минерала напоминают ловчоррит, но имеют несколько отличный блеск и оттенок, один розоватый, а другой зеленоватый. 3-й минерал светложелтый — волокнистый (16). В первом было сделано лишь несколько определений, а вторые два анализированы полностью (№№ 24 и 25). Содержание окиси титана колеблется от 12.03 до 12.81: в первых двух есть редкие земли — 3.22% и 5.14%, много окиси

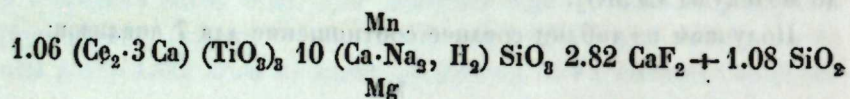
кальция — 39,20% и 36,96%, последний редких земель не содержит вовсе, а % содержания SrO + CaO доходит до 39,60%. Кроме того все три содержат щелочи и F. Последний минерал имеет у. в. 3.11. Сравнивая эти данные с данными богемского минерала гаинита (Hainite), имеющего у. в. 3.18, показатель преломления 1.65—1.70, принадлежащего к триклинической системе, имеющего качественно Ca, Ti, Si и щелочи, но до сих пор без количественного анализа и без качественного определения F, мы не считаем себя в праве отождествить наш минерал с гаинитом и будем его называть кальциевый ринкит, потому что, как мы позднее увидим, он является крайним членом изоморфного ряда Ca — Ce, в котором наиболее богатыми редкими землями является ринкит.

Переходя к молекулярным отношениям, замечаем, что отношение кислот к основаниям в № 24 равно 1.01, а в № 25 — 1.10, отношение $F_2 : Na_2O$ значительно > 1 .

Их внешнее сходство с ловчорритом побудило меня сгруппировать составные части так, как это сделано для ловчоррита, заменив в группе $Ce_2(TiO_2)_3$ церий (Ce_2) изоморфно тремя атомами кальция (3 Ca). Для кальциевого ринкита мы получаем:



И для второго, похожего на ловчоррит:



Мы очевидно имеем дело с изоморфным рядом $Ce_2(TiO_2)_3$ — $Ca_3(TiO_2)_3$, конечными членами которого является ловчоррит-ринколит-ринкит с одной стороны, и кальциевый ринкит — с другой.

Кроме анализов измененного ловчоррита и вудъяврита, остается еще рассмотреть 4 анализа «мозандритоподобных минералов» с Индичвумчорра Г. П. Черника и 5 анализов гренландских минералов.

Минералы с Индичвумчорра¹ (№№ 15, 16, 17 и 18) отличаются, кроме последнего, большим содержанием окиси цирко-

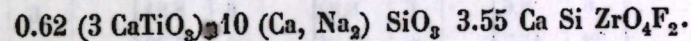
¹ Минералы эти, со времени находки их Г. П. Черником в 1922—23 г., с тех пор ни разу в Хибинских горах найдены не были и поэтому возбуждают некоторое сомнение.

ния, что, вообще говоря, для Хибинских тундр необычно, тем более, что ринколит (№ 7), с того же месторождения, циркония содержит мало; № 16 дает отношение кислот к основаниям 1.15, а № 17 — 0.93, №№ 16, 17 и 18 содержат мало F, а № 15 слишком много, для выведенной нами формулы: в анализе № 15 отношение $Ce_2(TiO_2)_3$ к CaF_2 равно 1:6 вместо 1:3, а в остальных оно, приблизительно, равно 1:1, при соотношении титаната к силикату 1:10 (см. табл. на стр. 60—65).

Один из гренландских ринкитов (№ 22) тоже отличается большим содержанием ZrO_2 и отношение кислот к основаниям равно 0.92; считая определение ошибочным (см. часть аналитическую) и учитывая неточность, вследствие неразделенности редких земель, мы получаем нашу формулу с достаточной степенью приближения.

Мозандрит содержит, кроме циркония, 6.34% перекиси церия и 7.70% воды, достаточной для насыщения избыточной кремниескислоты: по описанию внешнего вида он подходит к категории — «измененного ловчоррита» вудъяврита, но отклоняется от его формулы большим содержанием F.

Резко отличается от всех остальных розенбушит, содержанием ZrO_2 — 20% и отсутствием редких земель. Отношение кислот к основаниям = 1.48 и отсутствие воды заставляет предположить в нем сложную молекулу типа $Ca Si ZrO_5$, в которой $1/3$ кислорода заменена F_2 , или же заставляет счесть Zr за основание и соединить его с кремнеземом в виде $ZrSiO_4$, что не допустимо для молекулы метасиликата. Принимая первое допущение, мы получаем соединение:



Насколько это близко к истине, я сказать не берусь, но отмечаю все же некоторое сходство со строением предыдущих минералов.

Попробуем формулу ловчоррита изобразить графически и проверить предположение об изоморфном замещении кальция редкими землями в кальциевом ринките, ловчоррите, ринколите и прочих рассмотренных нами минералах. Если верна формула $Ce_2(TiO_2)_3 10 Ca SiO_3 \cdot 3 CaF_2$ и кальций изоморфно замещается церием, то мы должны иметь изоморфный ряд, заключающий между прочим и следующие соединения:

1. $2CaSiO_3 \cdot 2CaSO_4 \cdot 3CaF_2$ (для амальгамы)
2. $2CaSiO_3 \cdot 2CaSO_4 \cdot 3CaF_2$ (для формулы)
3. $2CaSiO_3 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2CaF_2$ (для анализа)
4. $2CaSiO_3 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2CaF_2$

Таким образом, что Ca замещает Ca лишь в группе прототипов и амальгамы, т. е. в группе типовой и фторидной группы, образуя соединения:

1. $CaSiO_3 \cdot 10CaSO_4 \cdot 3CaF_2$
2. $CaSiO_3 \cdot 10CaSO_4 \cdot 3CaF_2$
3. $CaSiO_3 \cdot 10CaSO_4 \cdot 2CaF_2$

Важно отметить также замещение Ca цезием на полях, в формулах 1 и 3 будут графическими членами изоморфного ряда.

Как и раньше, при обозначении (Ce) и подрастворении будут редкие земли — Ti, La, Bi, Ce, под знаком (Ca) — Ca и изоморфизма от замещения в амальгаме амальгамы, аналогично прототипу: Ca, Mg, Mn, Bi, Pb, и Hg, под знаком (Ti) — Ti, Zr, Th. Вычисления элементов прототипа амальгамы и приведенных ниже формул. Важно отметить, что замещение не принимается.

Элемент	1		2		3		4	
	Число атомов	%	Число атомов	%	Число атомов	%	Число атомов	%
(Ce)	0	0	4	11.8	6	16.7	8	22.2
(Ti)	6	16.7	6	16.7	6	16.7	6	16.7
(La)	20	55.6	16	44.4	16	44.4	16	44.4
(Bi)	20	55.6	16	44.4	16	44.4	16	44.4
F	12	33.3	12	33.3	12	33.3	12	33.3
Итого	70	100.0	68	100.0	68	100.0	68	100.0

Желаю отметить графическую зависимость замещения Ca редкими землями, и на оси ординат отобразить % содержание (La), (Si), (F), (Ti) и (Ce) — на оси абсцисс (формулы анализа в порядке возрастания редких земель) — % содержание (Ce) в четвертьном масштабе. Соединяя точки, полученные для каждого элемента в формулах 1, 2, 3, и получая прямые линии,

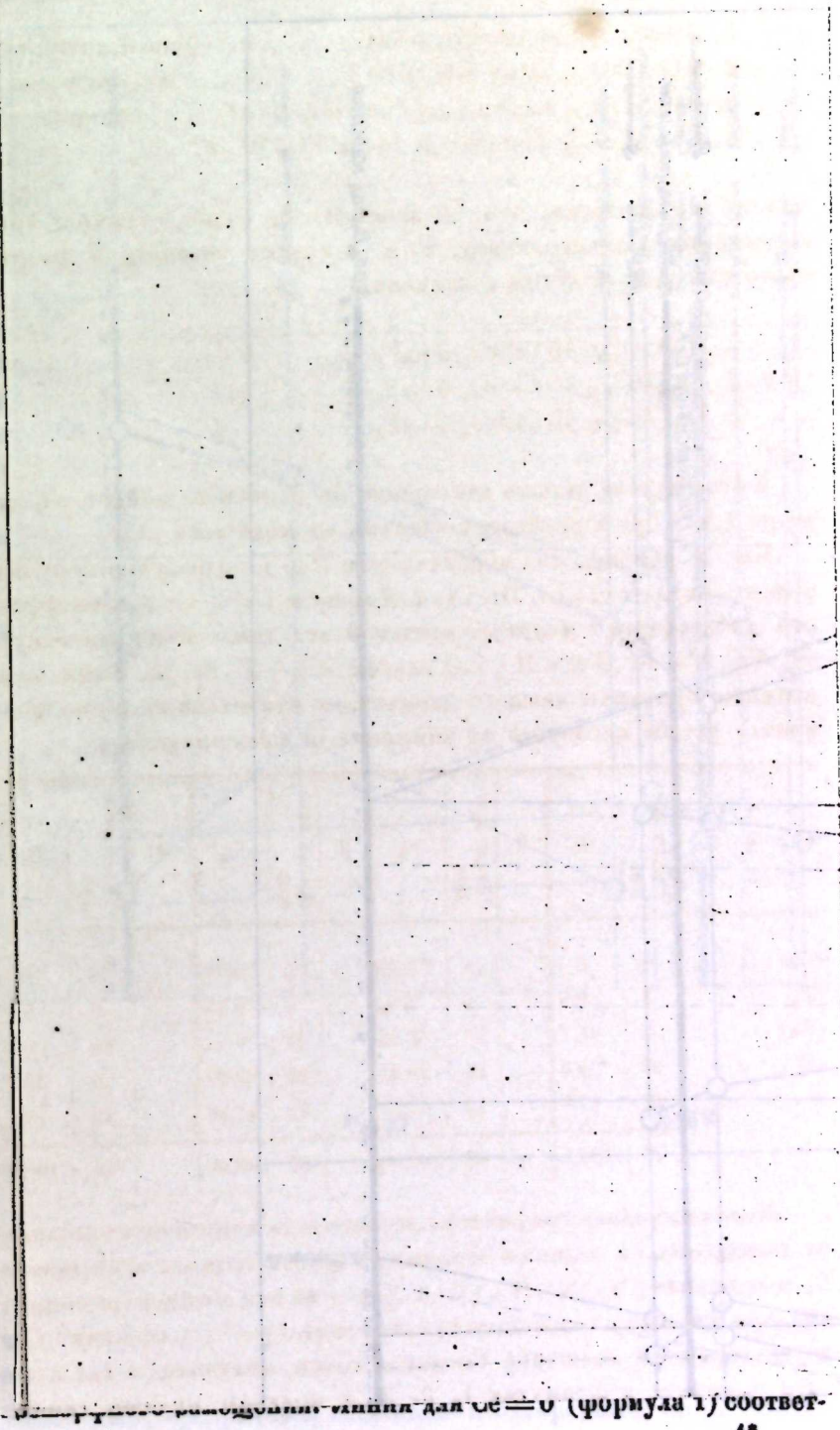


График зависимости анализа для $Ce=0$ (формула 1) соответ-

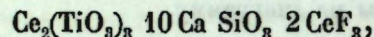
характеризующие взаимное изменение соотношения элементов для всего изоморфного ряда. Характерными точками являются: 1) $\text{Ce}=0$, $\text{Ca}=45\%$. Ce — находится в начале координат, 2) $\text{Ce}=8.94\%$, $\text{Ti}=8.94\%$ — число молекул титана равно числу молекул церия, линии для церия и титана в этой точке пересекаются, и заканчивается ряд, если верно второе предположение о замещении Ca редкими землями лишь в боковых частях молекулы, а не в центральной и 3) $\text{Ca}=30.3\%$, $\text{Si}=30.3\%$; число молекул кальция равно числу молекул кремния, соответственные линии пересекаются. Проводя линии параллельно оси ординат, я для данного содержания (Ce) в точках пересечения нахожу весь атомный состав соединения. В диаграмме темными линиями обозначены вышеприведенные теоретические 4 формулы. В прилагаемой таблице вычислен % атомный состав для каждого анализа и цифры нанесены на диаграмму.

Атомные проценты

Ca	Si	F	Ti	Ce	№ анализа
44.71	26.3	20.14	8.4	0	24
42.33	31.16	15.84	8.95	1.75	25
36.84	26.26	15.15	8.87	5.03	2
37.87	30.01	18.59	7.17	5.35	21
38.17	26.31	19.20	9.17	5.58	1
36.10	27.95	17.98	9.65	5.81	4
36.58	28.27	18.19	8.08	5.92	9
36.49	29.23	16.85	9.38	6.02	3
37.20	27.86	17.53	8.05	6.28	6
36.74	29.41	14.49	9.04	6.32	5
34.36	28.16	20.33	8.86	6.76	8
35.70	28.14	19.31	8.69	6.89	7
33.62	29.09	18.39	9.93	8.60	19
35.95	29.44	17.29	7.92	9.29	20

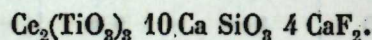
Мы видим, что для данного содержания (Ce), несмотря на то, что определение суммы редких земель не всегда бывает точным, остальные молекулы располагаются соответственно требованию изоморфного замещения. Линия для $\text{Ce}=0$ (формула 1) соответ-

ствует составу кальциевого ринкита — крайнего члена изоморфного ряда. Вокруг линии выведенной формулы ловчоррита (формула 2), т. е. в части титаната кальций замещается редкими землями), группируются все анализы ловчоррита и ринколита, причем ринколит как будто стремится к правому концу диаграммы, т. е. к увеличению (Ce) за счет (Ca); наиболее близки к выведенной формуле 2 №№ 4, 9 и 3, т. е. ловчоррит с Юкснора и ринколит с Тахтарвумчорра; близко находится ионструпит (№ 21), хотя и дает пониженное содержание титана, объяснимое, может быть, неправильным определением окиси циркония. Оба гренландские ринкита (№№ 19 и 20) попадают уже в область соединения с равными количествами атомов (Ti) и (Ce), т. е. приближаются к формуле 3, где около 0.15 атомов Ca в силикатной молекуле замещены (Ce), или к формуле:



в которой весь Ca во фтористом кальции замещен церием. Характерно повышенное содержание Ti в анализе 19, на которое указывает Zambonini (4), как на ошибочное, так как не был принят во внимание цирконий. Пониженное содержание Si почти во всех анализах объясняется ошибкой определений, благодаря присутствию фтора;¹ большие отступления в разные стороны фтора — негодностью метода определения; а может быть и то и другое можно объяснить большим содержанием молекул CaF_2 , чем нами было предложено вначале.

Пунктиром обозначена линия, соответствующая содержанию не трех, а четырех молекул CaF_2 по формуле:

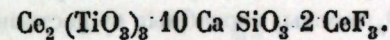


В кальциевом ринките повидимому приходится считать последнее верным.

Отступления (Ca) от кальциевой линии объясняются грубым объединением Ca, Sr, Na_2 , K_2 , Mg; Mn в одно целое; внутри этой группы идут тоже закономерные изменения изоморфного взаимного замещения, влияющие конечно на местоположение каждой точки. Считаю правильным сохранить молекулу метасиликата схожей с пектолитом, т. е. замещая в ней Ca лишь Na_2 , Mg,

¹ Более подробно см. в этом же сборнике статью о методе анализа ловчоррита.

Mn и H_2 , но не редкими землями, мы редкими землями замещаем Ca во фтористом кальции и получаем ринкит предельным членом ряда по формуле



Таким образом, путем сравнения химического состава ловчоррита с химическим составом измененного ловчоррита (вудъяврита), в котором отношение $\text{Ce}_2\text{O}_3 : \text{TiO}_2$ остается постоянным (стр. 4); — путем зафиксирования в химической формуле сходства мозандритовой группы с пектолитом (стр. 3), вводя в нее молекулу пектолита; — путем учета наблюдаемого отсутствия пропорциональности Na к F (стр. 4) и, наконец, путем сравнения графического изображения долженствующего быть изменения соотношений атомов при замещении Ca редкими землями с графическим изображением данных анализа, — мы приходим к выводу трех минеральных видов:

1. Редких земель нет, они замещены кальцием — кальциевый ринкит.
2. В части титаната кальций замещен редкими землями — ловчоррит (ионструпит, ринколит).
3. В части титаната и фтористого соединения кальций замещен редкими землями — ринкит.

Перейдем к изменению ловчоррита (вудъяврит). В нем церий находится частично или весь в высшей степени окисления CeO_2 . В корочках глазурованной (Юкснор) и матовой (Вудъяврчорр) при перечислении всего церия на M_2O_3 мы получаем отношение $\text{M}_2\text{O}_3 : 3 \text{TiO}_2$, близкое или = 1; в вишневой разности и в светло-желтых прозрачных прожилках, не связанных с ловчорритом, это отношение значительно меньше единицы, что соответствует переходу соединения $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_3$ (окисное) в соединение $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_4$ (перекисное), где на 2 Ce требуется не 3 TiO_2 , а 4. — Похоже на то, что, первоначально молекула $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_3$ распадается на Ce_2O_3 и 3 TiO_2 , затем Ce_2O_3 , как непостоянное соединение, окисляется кислородом воздуха до Ce_2O_4 и затем под влиянием каких-то, неизвестных нам, факторов, может быть снова происходит соединение свободных окислов Ce_2O_4 и 4 TiO_2 в молекулу $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_4$ и получается своеобразная, вишнево-красная разность на ловчоррите или светложелтые прожилки уже совершенно иного вида, прозрачные, сплошные и однородные, не рассыпаю-

щиеся в пыль, как то наблюдается для разностей, примыкающих непосредственно к ловчорриту.

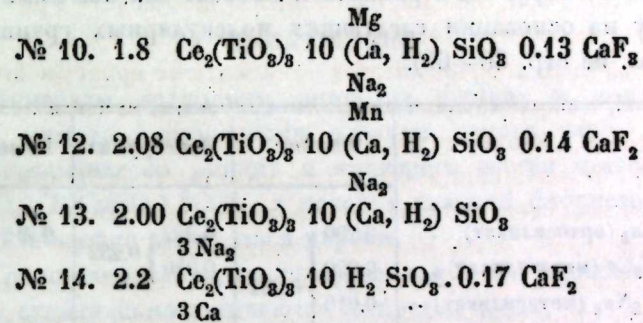
Подобные же образования на метамиктовых минералах ортите или бетафите, содержащие: — первый — церовые редкие земли; второй — 26% U_3O_8 окислы, способные существовать в различных степенях окисления, заставляют думать, что процесс образования подобных корочек следует объяснить не простым выветриванием (4), а первоначальным, более глубоким, изменением самой молекулы. В данном случае невольно вспоминаешь объяснение, данное V. M. Goldschmidt'ом (13) метамиктному состоянию минералов. Он полагает, что в метамиктное состояние (изотропизация) могут переходить лишь минералы, содержащие слабые основания и слабые кислоты. Слабыми основаниями он считает редкие земли, а слабыми кислотами — окись титана, пятиокиси ниобия и тантала и кремнезема. В этих соединениях легко порывается связь между основанием и кислотой, и вместо химического соединения образуется твердый раствор отдельных окислов. При этом минерал приобретает способность поглощать большое количество воды. Обратный переход в химическое соединение и вместе с тем в кристаллическое состояние происходит при нагревании, с выделением тепла со вспыхиванием и свечением. В природе находятся и кристаллические и изотропные разности. В нашем случае и ловчоррит и ринколит безусловно кристаллические (Чирвинский); при переходе в метамиктное состояние кроме разрыва химической связи происходит окисление церия, которое мешает непосредственному обратному переходу в химическое соединение, и нужен какой-то сложный процесс расчленения, удаления определенных составных частей, чтобы снова получилась химическая связь, но уже не Ce_2O_3 с $3TiO_2$, а Ce_2O_4 с $4TiO_2$.

Возможность существования такого соединения в природе подтверждается находкой любопытного сообщества минералов, названного кондриквитом (14), — это микроскопические включения ринколитоподобных кристаллов в натролите, а иногда в других минералах. Химический анализ, за вычетом формулы натролита, показывает во всех разнообразных образцах большое количество CeO_2 и, связанный с этим избыток TiO_2 (10) над требуемым по формуле $Ce_2(TiO_3)_3$.

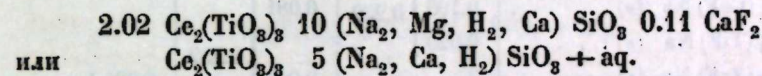
Группируя в анализах 10—14 попрежнему F с Ca, редкие земли с окисью титана и Na_2 , Mg, Mn, Ca, H_2 с кремнеземом,

мы соединяем избыточный кремнезем с конституционной водой, образуя молекулу $(Na_2, Mg, Ca, H_2) SiO_3$.

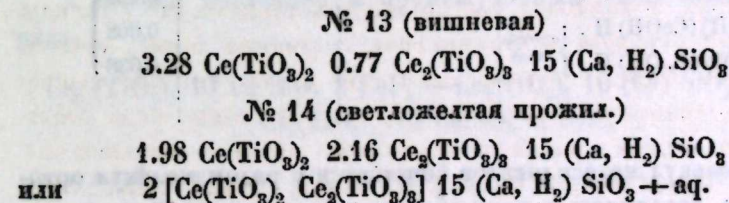
Сохраняя для последней коэффициент 10 (см. формулу ловчоррита) и считая сначала церий окисным, имеем:



формулы достаточно однообразные, чтобы взять среднее;



Мы не приняли во внимание четырехвалентности церия, и в первых двух анализах для него не хватило бы окиси титана, для вторых двух анализов получаются следующие соотношения:



В этой формуле отношение $(Ce_2) : (CaSiO_3)$ такое же, как в предыдущей, и равно 1:5.

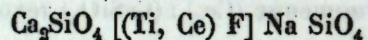
Химическое ли это соединение, или твердый раствор — сказать трудно. У нас еще нет достаточно химических, кристаллографических и рентгенографических данных, чтобы этот вопрос решить.

В заключение мне хотелось бы здесь указать на ту необыкновенную легкость, с которой минералоги обычно решают вопрос о химической формуле минерала, не приводя никаких доказательств в пользу того или иного состава и оперируя произвольно элементами и окислами, соединяя иногда несоединимое в абсо-

лютно неслыханных соотношениях. Иллюстрацией такой легкости отношения к химической формуле является работа Gossner'a и Kraus'a (15), с которой мне только-что удалось познакомиться. Они постоянными решетками устанавливают тождественность мозандрита, ионструита и ринкита и выводят для них химическую формулу на основании следующих молекулярных группировок (см. табл. на стр. 60—65).

	Ринкит	Ионструит	Мозандрит
1. SiO_4Ca_2 (ортосиликат) . . .	0.200	0.222 } 0.252	0.212 } 0.243
2. $\text{SiO}_2\text{F}_2\text{Ca}$ (метасиликат) . . .	0.020		
3. $\text{SiO}_2\text{F}_2\text{Na}_2$ (метасиликат) . . .	0.010	0.095 } 0.252	0.067 } 0.242
4. SiO_4Ce (ортосиликат) . . .	0.022		
5. $\text{SiO}_4(\text{TiF})\text{Na}$ (*)	0.126	0.026 } 0.252	0.021 } 0.242
6. $\text{SiO}_4(\text{CeF})\text{Na}$ (*)	0.106		
7. $\text{TiO}_4(\text{TiF})\text{Na}$ (*)	0.020	0.030 } 0.252	0.028 } 0.242
8. $\text{SiO}_4(\text{ZrF})\text{Na}$ (*)			
9. $\text{SiO}_2(\text{AlF})\text{Na}$ метасиликат . . .			0.038
10. SiO_4Ca_2 ортосиликат			
11. $\text{SiO}_4(\text{ZrF})\text{H}$ (*)			
12. $\text{SiO}_4(\text{ZrOH})\text{H}$ (*)			
13. $\text{SiO}_2(\text{OH})(\text{CeOH})\text{H}$			
14. $\text{SiO}_2(\text{OH})(\text{Y, OH})\text{H}$			

Ряд молекул метасиликатов сочетается с рядом молекул ортосиликатов, соединяясь в одну общую молекулу ортосиликата



(№№ 1, 4—8, 10—12 — ортосиликаты, а №№ 2, 3, 9, 13 и 14 — метасиликаты). Как они друг друга заменяют — трудно себе представить. Столь же трудно себе представить изоморфные замещения двух атомов кальция атомной группой $(\text{TiF})\text{Na}$ и в формуле № 7 титан, одновременно исполняющий функции основания и кислоты. Кроме того ринкит, по данным анализа, содержит 3-валентные редкие земли и 3-валентный церий, здесь же редкие земли совсем не приняты во внимание, а церий сочтен произвольно за 4-валентный.

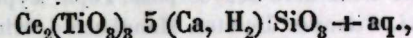
Такое отношение к данным анализа, к основным законам изоморфизма и даже к законам химического соединения снижает значение химической формулы минерала с неизбежности закона, подобного постоянным решеткам, до произвола фантастики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Минералы ловчоррит, ринколит, ринкит и ионструит следует считать изоморфными членами одного вида, названного первоначально ринкит и имеющего состав метасиликата $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_3(10\text{CaSiO}_3) 3\text{CaF}_2$, в котором кальций фтористой части может изоморфно замещаться церием.

2. Группа минералов, анализированная Г. П. Черником, и мозандрит существенно отличаются от предыдущих.

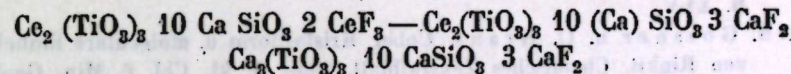
3. Изменение ловчоррита происходит в определенном направлении, стремясь окончательно к составу вудъяврита:



в котором часть молекул $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_3$ заменена молекулами $\text{Ce}_2(\text{TiO}_3)_4$.

4. Изменение ловчоррита не является простым выветриванием, а возможно, следствием перехода в метамиктное состояние.

5. Найден последний и промежуточный член изоморфного ряда



последний член, не содержащий редких земель, назван мною кальциевый ринкит.

6. Химическая формула не противоречит включению всех этих минералов в естественную группу пироксенов, объединив их в одну подгруппу с пектолитом.

7. Химическая формула не допускает считать их ортосиликатами.

На этом я заканчиваю свой обзор и считаю долгом поблагодарить совместно со мной работавших Т. А. Бурову, В. С. Быкову, М. Е. Владимирову и И. В. Степанова, не только производивших анализы различных образцов, но и внесших улучшения в методику определения, трудных благодаря совместному нахождению столь неприятных для каждого аналитика элементов, как кремне-

зем и фтор, редкие земли и окись кальция, или больших количеств окиси титана, мешающей решительно всем.

Считаю также своим долгом поблагодарить Н. П. Чирвинского, давшего мне весьма много ценных указаний и взявшего на себя труд расшифровки шлифов ловчоррита, кондриковита, кальциевого ринкита и измененного ловчоррита.

Хибинская горная станция
Академии Наук
18 IV 1934 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Э. М. Бонштедт. О новых минералах группы мозандрита из Хибинских тундр. Изв. Ак. Наук, 1926, стр. 1181.
2. Г. П. Черник. Результаты анализа некоторых минералов Хибинского лакколита Кольского полуострова. Горн. журн., 1926.
3. F. Zambonini. Titanite. Doelter, Handbuch d. Mineralchemie, Bd. 3, 1 Heft, p. 57.
4. F. Zambonini. Mosandrit u. Johnstrupit. Ibid., p. 166.
5. F. Zambonini. Ibid., p. 161.
6. Е. Е. Костылева. Пектолит Хибинских тундр. Изв. Ак. Наук, 1925, стр. 383.
7. F. Zambonini. Sulle soluzioni solide dei composti di Ca, Sr, Ba e Pb con quelli delle «terre rare» e loro importanza per la mineralogica chimica. Padova, 1915, «Rivista di Mineralogia e cristallografia Italiana», V. XLV.
8. B. Gossner u. O. Kraus. Ueber Kristallform u. molekulare Einheit von Rinkit. Chemisches Zentralblatt, 1934, S. 24. Cbl. f. Min. Geol. Pal. A, 1933, p. 369—74.
9. B. Gossner. Ueber structurelle Beziehungen zwischen Pyroxen und Amphibol. Cbl. f. Min., etc. A, № 10, p. 340.
10. И. Д. Старынкевич-Борнеман. Химический состав ловчоррита и кондриковита. Сборник «Хибинские апатиты», т. VI, 1933, стр. 117.
11. А. Ферсман, Э. Бонштедт, Н. Гуткова, Е. Костылева, Б. Куплетский, А. Лабунцов. Описание месторождений Хибинских и Ловозерских тундр. Пектолитовые месторождения, сост. Е. Е. Костылева, стр. 298, «Хибинские и Ловозерские тундры», т. II.
12. Э. М. Бонштедт. К минералогии и геохимии Кукисвумчорра, 1932, Тр. Сов. по изуч. производ. сил. Серия Кольская, вып. 3, стр. 21.
13. V. M. Goldschmidt. Röntgenspectrographische Untersuchungen über die Verteilung der seltenen Erdmetalle in Mineralien. Anhang: Ueber

den Uebergang der Kristallinischer Mineralien in den metamikten Zustand (Isotropisierung), русский перевод «Основные идеи Геохимии», вып. 1, Госиздат, 1933, стр. 57.

14. И. П. Чирвинский, Л. Б. Антонов, И. Д. Старынкевич-Борнеман. Новые жилы с редкоземельными минералами горы Кукисвумчорр в Хибинских тундрах. Хибинские редкие элементы и широтины. Сборн. V, стр. 173.
15. B. Gossner u. O. Kraus. Beitrag zur Kenntnis der Wöhlerit-u. der Mosandritgruppe, Cbl. f. Min. Geol. etc., Abt. A, 1934, № 3, S. 72.
16. И. П. Чирвинский. Микроскопическая характеристика ловчоррита Хибинских тундр. Настоящий выпуск. Тр. Хиб. горн. ст. Ак. Наук, вып. 1.

ТАБЛИЦА АНА

№№ анализов	1		2		3		4		5	
	Л о в ч о р р и т									
Минерал	Х и б и н с к и е									
	Ловчорр.		Юкспор, долина Гакмана		Юкспор, штольня		Юкспор, плато		Вудъяврчорр	
Место-рождение	Ловчорр.		Юкспор, долина Гакмана		Юкспор, штольня		Юкспор, плато		Вудъяврчорр	
Аналитик и дата анализа	Н. Д. Старинкевич-Борнеман 1926 г. ¹		Н. И. Влодавев 1932 г. ²		Ю. Н. Книпович 1932 г. ³		Т. А. Бурова 1933 г. ⁴		Ю. Н. Книпович 1932 г.	
Удельный вес	3.32		3.36		3.34		3.35		3.35	
	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.
SiO ₂	27.61	4601	28.37	4728	29.71	4951	28.38	4750	29.78	4963
TiO ₂	12.71	1587	12.32	1537	12.32	1537	12.86	1605	11.90	1486
ZrO ₂	0.20	16	0.11	9	0.14	11	—	—	0.14	11
ThO ₂	(0.23)	—	0.65	25	1.06	40	0.94	36	0.72	27
CeO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ce ₂ O ₃	8.79	270	5.40	164	8.00	243	7.99	243	6.83	208
(La, Di) ₂ O ₃	5.15	156	5.38	163	7.10	215	6.68	202	7.26	220
Y ₂ O ₃	1.36	52	3.07	124	1.34	52	1.26	49	2.73	105
Al ₂ O ₃	0.13	13	0.55	54	0.21	20	0.34	33	0.25	25
Fe ₂ O ₃	—	—	0.52	33	0.05	3	0.14	9	0.05	3
MnO	0.53	75	0.22	31	0.04	6	0.39	55	0.11	15
CaO	27.26	4868	26.22	4682	27.06	4842	24.14	4311	27.92	4986
SrO	3.56	343	2.09	202	1.32	127	3.38	326	1.12	108
MgO	0.80	199	0.69	171	0.18	44	0.35	87	0.15	37
U ₃ O ₈	0.25	—	0.05	—	0.02	—	0.02	—	0.10	—
K ₂ O	0.28	30	0.34	36	0.34	36	0.15	16	0.21	22
Na ₂ O	7.18	1158	9.22	1485	7.04	1135	8.31	1340	6.35	1029
F ₂	6.38	1679	5.14	1358	5.42	1427	5.80	1526	4.75	1223
H ₂ O (до 110°)	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06	—
H ₂ O	0.51	283	2.38	1322	0.58	322	0.70	389	1.17	650
Сумма	102.93	—	102.72	—	101.93	—	101.83	—	101.58 ⁶	—
O~F ₂	-2.68	—	-2.16	—	-2.28	—	-2.44	—	-2.00	—
Сумма	100.25	—	100.56	—	99.65	—	99.39	—	99.58	—
Кисл.: осн.	0.97	—	0.96	—	1.03	—	1.04	—	0.99	—
(Ce ₂ O ₃):(3TiO ₂)	0.90	—	0.86	—	0.96	—	0.90	—	1.05	—
F ₂ :Na ₂ O	1.41	—	0.89	—	1.22	—	1.13	—	1.17	—
Ce ₂ (TiO ₂) ₃	1.11	—	1.04	—	1.07	—	1.15	—	1.06	—
(Ca, Na ₂ , H ₂)SiO ₃	10	—	10	—	10	—	10	—	10	—
CaF ₂	3.44	—	2.79	—	2.89	—	3.20	—	2.42	—

ЛИЗОВ № 1

6		7		8		9	
Р и н к о л и т							
Т у н д р ы							
Вудъяврчорр		Надъяврчорр, ю.-в. склон, жила Чернига		Юкспор, река Вуоннемюк		Тахтарвумчорр, нижняя жила	
Ю. Н. Книпович 1931 г. ⁸		К. А. Недакевич 1926 г. ¹		Т. А. Бурова 1932 г. ²		Т. А. Бурова 1934 г.	
3.35		3.40		3.36		—	
%	М.	%	М.	%	М.	%	М.
29.06	4843	27.58	4597	27.35	4558	29.44	4906
11.10	1386	11.15	1392	11.25	1404	11.00	1373
—	—	0.35	28	0.37	30	0.16	13
0.37	14	—	—	—	—	0.46	17
8.33	254	18.02	563	19.10	547	7.02	214
6.61	200	—	—	—	—	7.69	233
2.39	92	—	—	—	—	1.80	65
0.08	8	1.47	144	1.88	184	1.52	149
0.17	11	0.99	62	1.04	65	0.06	3
0.12	16	—	—	Сл.	—	0.12	16
29.04	5186	27.70	4410	23.49	4195	26.38	4704
Сл.	—	3.30	319	3.29	318	1.62	156
0.12	30	Сл.	—	—	—	—	—
0.10	—	—	—	—	—	—	—
0.80	85	0.16	17	0.23	24	0.42	44
7.13	1150	6.73	1085	6.35	1024	6.52	1051
5.79	1524	5.99	1577	6.25	1645	5.98	1573
0.06	—	—	—	—	—	—	—
0.93	517	1.75	972	Ис.осп.	—	1.78	988
102.21	—	102.19	—	100.61	—	101.97	—
-2.44	—	-2.47	—	-2.63	—	-2.52	—
99.77	—	99.72	—	97.98	—	99.45	—
0.96	—	1.01	—	1.06	—	1.05	—
1.17	—	1.19 ⁷	—	1.14 ⁷	—	1.09	—
1.25	—	1.43	—	1.57	—	1.44	—
1.06	—	1.22	—	1.20	—	1.04	—
10	—	10	—	10	—	10	—
2.94	—	3.43	—	3.61	—	3.20	—

Примечания

¹ Изв. Ак. Наук, 1926 г., стр. 1181. Э. М. Бонштедт «О новых минералах группы мозандрита из Хибинских тундр».

² Хибинские редко земли и пирротин. Сборн. V, статья Н. П. Гутковой, стр. 62.

³ То же, статья М. С. Афанасьева и Е. А. Салье, стр. 70.

⁴ Хибинские апатиты. Сборн. VI, статья Н. Д. Старинкевич-Борнеман, стр. 117.

⁵ Все определения взяты из статьи Л. В. Комлена «Радиологические исследования в Хибинских тундрах», Хибинские апатиты. Сборн. VI, стр. 137.

⁶ Включая 0.08% CO₂.

⁷ Редкие земли не разделены.

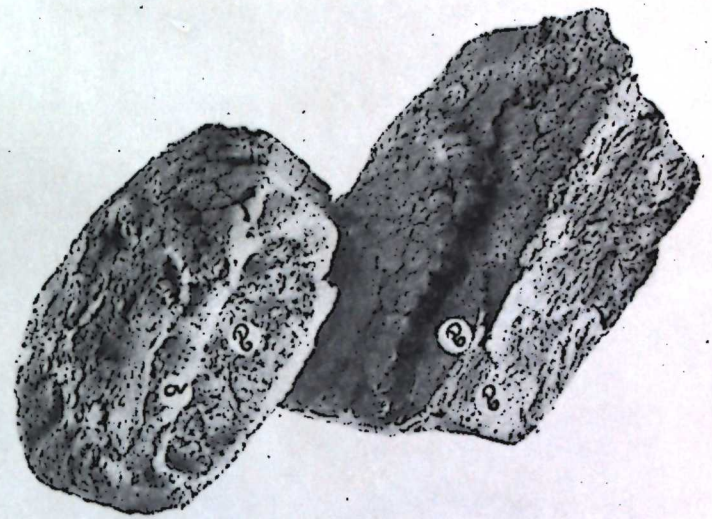
ТАБЛИЦА АНАЛИЗОВ № 2

№№ анализов	10		11		12		13		14		15		16		17		18		Примечания			
	Измененный ловчоррит				Вудъявррит								Мозандритовый минерал (по Чернику)									
Место-рождение	Х И Б И Н С К И Е																		Т У Н Д Р Ы			
	Юкспор		Вудъяврчорр				Юкспор		Кукисвумчорр		Индичвумчорр											
Аналитик и дата анализа	Т. А. Бурова 1933 г. ²		В. С. Билова и И. Д. Старынкевич-Борнеман 1938 г. ¹		Ю. Н. Книпович 1932 г. ³		И. В. Степанов 1934 г.		Г. П. Черник 1926 г. ⁴													
	Удельный вес		2.43		2.40		2.50				3.17		2.97		2.88		3.23					
	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.				
SiO ₂	23.43	3905			18.97	3161	23.89	3982	22.25	3708	27.64	4584	30.11	4993	28.94	4800	30.33	5013	¹ В пересчете на растворимую часть, принятую за 100. Состав нерастворимого ост. 10.11% SiO ₂ 48.37% TiO ₂ 2.87 Fe ₂ O ₃ 36.60 CaO 4.75 MnO 7.22 <hr/> 99.81% ² Хибинские апатиты. Сборник VI, статья И. Д. Старынкевич-Борнеман, стр. 117. ³ Хибинские редкие элементы и пирротины. Сборник V, статьи М. С. Афанасьева и Е. А. Салье, стр. 70. ⁴ Горный журнал, статья Г. П. Черника. ⁵ Включая 3.36% CO ₂ . ⁶ Содержит: CeO ₂ + PrO ₂ = 15.74% La ₂ O ₃ = 7.09% (Определение И. В. Степанова) ⁷ Содержит: CeO ₂ + PrO ₂ = 13.55% La ₂ O ₃ = 10.47% ⁸ Включая CO ₂ = 0.29% и нерастворим. остаток 0.49%			
TiO ₂	16.51	2061	17.05	2129	15.36	1918	18.50	2310	19.95	2491	4.63	578	5.45	680	6.51	782	11.95	1493				
ZrO ₂	0.05	4	0.05	4	0.15	12	0.05	4	0.27	22	6.66	501	7.85	640	4.23	345	0.44	36				
ThO ₂	0.90	34	0.92	35	1.14	43	1.17	45	2.06	78	0.74	28	0.39	15	Сл.		0.31	12				
CeO ₂				628			15.02	873	8.37	487			4.86	282	3.55	206						
Ce ₂ O ₃	9.79 ⁶	266	10.297	312	10.28	313																
(La, Di) ₂ O ₃	12.08 ⁶	366	13.097	397	11.78	357	5.33	162	10.28	313	14.37	435	16.39	496	13.80	418	17.95	543				
Y ₂ O ₃	1.87	72	3.07	118	4.00	154	2.71	109	1.94	73	1.15	44	1.35	52	1.00	39	1.09	42				
Al ₂ O ₃	0.41	40	0.20	20	0.23	23	0.39	38	3.24	318	1.32	129	Сл.		Сл.							
Fe ₂ O ₃	0.14	9	0.52	33	0.14	9	1.88	118	0.77	48	0.54	34	0.64	40	1.60	100	0.57	36				
MnO	0.16	23	0.23	31	0.23	32	0.61	86	—	—	0.27	38	0.49	69	0.71	100						
CaO	5.12	929	2.26	404	4.88	871	2.68	479	2.73	488	26.05	4646	22.15	3950	29.97	5345	26.12	4658				
SrO	1.22	117	—	—	0.95	92	0.10	10									1.11	107				
MgO	0.19	44			0.19	47	0.12	30	0.26	64	1.53	379	0.58	144	0.27	67	0.24	60				
K ₂ O	0.24	25			0.12	13	0.09	9	0.14	15	0.12	13	0.49	52	0.11	12	0.50	53				
Na ₂ O	1.35	218	0.32	52	0.86	139	0.78	126	0.18	29	5.81	937	2.47	398	1.14	184	2.89	466				
F ₂	0.19	50			0.17	45			0.24	63	8.40	2211	2.16	569	1.84	484	2.21	582				
H ₂ O (до 110°)					12.09	(2408)	18.05	(3472)	17.64	(3708)												
H ₂ O	26.10		24.19		14.83	(4639)	8.35	(4639)	8.78	(4878)	3.19	1770	4.70	2601	6.18	3430	4.34	2409				
Сумма	99.75				99.67 ⁵		99.74		99.09		102.42		100.08		100.63 ⁸		100.05					
O—F ₂	-0.08				-0.07				-0.10		-3.53		-0.91		-0.78		-0.93					
Сумма	99.67				99.60				98.99		98.89		99.17		99.85		99.12					
Кисл. осн.	2.50				2.13		2.20		2.53		1.06		1.15		0.93		1.01					
(Ce ₂ O ₃):(3TiO ₂)	1.05		1.14		1.25		0.91		0.74		1.30		1.02		1.50		1.14					
F ₂ :Na ₂ O	0.21		0		0.30		0		1.43		2.33		1.26		2.47		1.12					
Ce ₂ (TiO ₃) ₃	1.8				2.08		2		2.2		0.80		1.07		0.87		1.02					
(Ca, Na ₂ , H ₂)SiO ₃	10				10		10		10		10		10		10		10					
CaF ₂	0.15				0.14		0		0.17		4.81		1.44		0.96		1.16					

ТАБЛИЦА АНАЛИЗОВ № 3

№№ анализов	19		20		21		22		23		24		25		26		27		Примечания
	Р и н к и т		Ионструит		Мозандрит		Розенбушит		Кальциевый ринцит		Пектолит								
Место-рождение	Гренландия				Лангезунд-фиорд		Лэвен		Лангезунд-фиорд		ХИБИНСКИЕ ТУНДРЫ				Арканзас				
	Юкспор, плато		Ущелье Юкспориок		Юкспор, плато				Ущелье Юкспориок										
Аналитик и дата анализа	Лоренсен 1884 г. ¹		Кристенсен 1905 г. ²		Бэкрстрем 1890 г. ³				Клеве 1890 г. ⁴		И. Д. Старынкевич-Борнеман 1933 г.		И. В. Степанов 1934 г.		Н. П. Вревская 1925 г. ⁵		Вилламс 1891 г. ⁵		
	Удельный вес		3.46				3.29		3.00		3.11								
	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	%	М.	
SiO ₂	29.08	4847	26.89	4481	30.50	5083	30.71	5118	31.36	5227	29.78	4963	34.15	5693	53.80	8967	53.03	8838	¹ Zeitschr. f. Krist., 1884, T. 3, 57. Изв. Ак. Наук, 1926, Бонштедт, стр. 1181. ² Bøggild Minerallogia Groenlandica (1905), стр. 269. Изв. Ак. Наук, 1926, Бонштедт, стр. 1181. ³ Изв. Ак. Наук, 1926, Бонштедт, стр. 118. ⁴ Zeitschr. f. Krist., T. 16, стр. 382, 1890 г. ⁵ Изв. Ак. Наук, 1925, Е. Е. Костылева, стр. 397. ⁶ Включая 0.82 CO ₂ . ⁷ Учтена H ₂ O. ⁸ Учтена H ₂ O и CO ₂ .
TiO ₂	13.36	1655	5.42	677	7.57	945	5.33	665	6.85	856	12.49	1558	12.81	1599					
ZrO ₂			6.51	529	2.84	231	7.43	604	20.10	1634	0.35	28	0.19	15					
ThO ₂					0.79	30	0.34	13					0.37	14					
CeO ₂					0.80	50	6.34	369											
Ce ₂ O ₃	21.25	681	23.33	707	12.71	385	10.45	317											
(La, Di) ₂ O ₃									0.33	10			4.70	143					
Y ₂ O ₃	0.92	35			1.11	43	3.52	136					0.44	17					
Al ₂ O ₃					1.52	149					2.16	212	0.83	81	2.06	202			
(FeO)			(FeO)								0.40	25	0.22	14	0.95	60	0.10	6	
Fe ₂ O ₃	0.44	61	0.12	16	0.50	32	0.56	35	1.00	63	2.10	296	0.26	36	0.55	76	4.25	590	
MnO					Сл.		0.45	63	1.39	193	38.32	6843	36.23	6470	32.04	5721	30.32	5414	
CaO	23.26	4153	22.93	4095	27.76	4957	22.53	4023	24.87	4441	1.28	124	0.73	70					
SrO											Сл.		0.13	32					
MgO					1.63	404	0.63	156			0.48	51	0.69	79	0.53	55			
K ₂ O					0.12	13	0.38	40			6.44	1039	5.14	829	7.38	1190	8.99	1450	
Na ₂ O	8.98	1448	8.53	1376	6.67	1076	2.44	393	9.93	1601	7.23	1903	5.50	1447					
F ₂	5.82	1532	5.00	1316	5.98	1574	2.06	542	5.83	1534	0.14	99							
H ₂ O (до 110°)			3.82	2122	1.41	783	7.70	4278			1.02	567	0.40	222	2.85	1583	2.43	1350	
H ₂ O																			
Сумма	103.11		102.55		101.91		100.87		101.66		102.19		102.79		99.31		99.94 ⁶		
O-Fe	-2.45		-2.11		-2.50		-0.86		-2.45		-3.04		-2.32						
Сумма	100.66		100.44		99.41		100.01		99.21		99.15		100.47						
Кисл. осн.	1.03		0.92		1.02		1.45		1.48		1.01		1.10		1.03 ⁷		1.02		
(Ce ₂ O ₃):(3TiO ₂)	1.35		1.76		1.07		1.51		1.51		1.75		0.30						
F ₂ :Na ₂ O	1.06		0.99		1.44		1.25		0.95				1.60						
Ce ₂ (TiO _n) ₂	1.19		0.80		0.82		0.83		0.62		1.07		1.06						
(Ca, Na ₂ , H ₂)SiO ₃	10		10		10		10		10		10		10						
CaF ₂	3.32		2.60		3.10		1.06		3.55		3.83		2.82						

№	Имя	Возраст	Пол	Состояние
1	Вудьяврчорр
2	Юкспор
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50



Фиг. 1. Ловчоррит Вудьяврчорр и его корочка (вудьяврит).

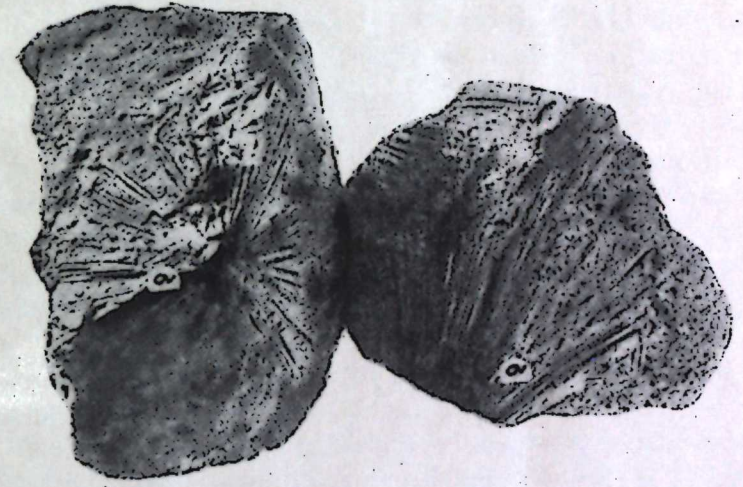


Фиг. 2. Ловчоррит Юкспор и его корочка (вудьяврит).

И. Д. Старшикевич-Борнеман.



Сколько же и сколько же...
...



Фиг. 3. Риолит (лучи).

Сколько же и сколько же...
...

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЛОВЧОРРИТА И ЕГО АНАЛОГОВ

Центральная лаборатория треста «Апатит» в Хибиногорске и Геохимическая лаборатория Ломоносовского института в Ленинграде обращались ко мне с неоднократной просьбой дать методику анализа ловчоррита и его аналогов. Способов расщепить на элементы фторо-титано-силикат редких земель, кальция и щелочей, каким является ловчоррит, существует много; их можно найти в каждом учебнике по аналитической химии, но нужно положить немалый труд, чтобы скомбинировать разбросанные в разных отделах указания, избежать тех методов, которые в данной комбинации элементов неточны, и учесть, где могут произойти потери, чтобы в дальнейшем ходе анализа потерянное найти.

Особенности состава ловчоррита заключаются в следующем: наряду с большим содержанием кремнезема имеется до 8% фтора, влияющих на определение первого, если его вести обычным путем. Этот путь является трудным и от присутствия 12% окиси титана; часть последней остается с кремнеземом, и нужно подумать о том, как сделать остаток наименьшим, чтобы избежать его потери от растрескивания при удалении серной кислоты после выпаривания с плавиковой кислотой. Имеется 17% редких земель; их не так легко получить чистыми и количественно в присутствии 23% окиси кальция — с одной стороны, и титана с другой. Осаждая аммиаком гидраты для отделения от кальция, титан выпадает в виде мета-титановой кислоты и трудно поддается растворению; осаждая из первоначального раствора щавелевой кислотой, редкие земли выпадают совместно с кальцием и их приходится затем разделять.

В ловчоррите всегда есть стронций, торий, цирконий и ниобий, что делает необходимым исследовать на эти элементы осадки кальция, редких земель и титана.

Небольшие количества марганца распределяются часто между осадками железа, кальция и титана, и приходится его оттуда извлекать.

Метод анализа, принятый у нас в лаборатории, является далеко не лучшим. Можно и должно придумать много усовершенствований и изменений и смотреть на каждый индивидуальный анализ, как на отдельную самостоятельную задачу. Ясно представляя себе данные задачи в виде количественной и качественной комбинации составных частей, аналитик должен стремиться суметь одним приемом выделить и отделить каждую составную часть и всегда помнить, что в сущности количественных, в буквальном смысле слова, отделений имеется мало; небольшая часть отделяемого элемента попадает в другие элементы так же, как и, наоборот, он редко бывает сразу чист.

В течение всего анализа следует представлять себе окружение, в котором данный элемент находится, и соображать, что может помешать его выделению или его загрязнить.

Я рассмотрю схему разложения минерала плавиковой кислотой и постараюсь указать на затруднения, встречающиеся в процессе работы, и на способы, которыми их можно устранить.

Первое затруднение по прилагаемой схеме¹ — фильтрование осадка фтористых редких земель и щелочных земель (A_1). Осадок получается слизистый, забивает фильтр и раствор фильтруется крайне медленно. Для ускорения рекомендуется, после окончания разложения, выпарить содержимое чашки досуха, смочить несколькими кубиками плавиковой кислоты, разбавить водой, погреть на водяной бане, охладить и затем фильтровать. Полученный осадок фильтруется хорошо, но к сожалению бывает не белого цвета и содержит иногда небольшие примеси титана, марганца и железа. Я предпочитаю досуха не выпаривать, идти на медленную фильтрацию, но обратить внимание на тщательное промывание осадка разведенной плавиковой кислотой. Фильтровать, конечно, нужно через каучуковую воронку или через воронку, покрытую слоем парафина, а фильтрат собирать в платиновую чашку.

Для обработки осадка A_1 серной кислотой, его надо смыть обратно в чашку, фильтр несколько раз промыть водой, а золу сжечь в платиновой спирали и прибавить туда же. После удаления

¹ См. схему между стр. 76—77.

избытка серной кислоты, кашеобразный остаток растворить в холодной воде, перенести в стакан и оставить стоять на ночь.

Далее, редкие земли следует осаждать аммиаком (осадок A_2), не содержащим углекислоты, чтобы по возможности полно отделить кальций и осадить второй раз из солянокислого раствора, ибо при нейтрализации первого раствора образуется сернокислый аммоний, и может осесть сернокислый кальций и сернокислый стронций. Для дальнейшего осаждения щавелевой кислотой важно иметь раствор не слишком кислый — с одной стороны, и не содержащий аммонийных солей — с другой. Аммонийные соли влияют на габитус осадка; в их присутствии он мелкий, долго не осаждается на дно и проходит через самый плотный фильтр; без аммонийных солей он крупнозернистый, быстро садится и хорошо фильтруется. Поэтому я рекомендую растворять осадок A_2 , перенести главную его часть шпателем в эрленмейеровскую колбу, с фильтра смыть туда же несколькими каплями соляной кислоты, промыть водой, снова капнуть кислотой и снова промыть водой. При неполном растворении, колбу с воронкой и фильтром поставить на песчаную баню и кипятить. Осадок на фильтре оmyвается горячим паром соляной кислоты и растворяется. Фильтр остается целым, если была взята плотная разность; после промывания водой его можно оставить для дальнейшего фильтрования щавелевокислого осадка — осажденного 10% раствором щавелевой кислоты при нагревании. Прокаленные окиси трудно перевести в раствор, и для восстановления четырехвалентного церия в трехвалентный следует прибавить перекиси водорода и закрытый стаканчик нагревать на песчаной бане в течение 3—4 часов. Осадить щавелевой кислотой необходимо дважды, чтобы вполне избавиться от титана и кальция. Щавелевокислые фильтраты могут содержать, наряду с кальцием, и небольшой остаток редких земель, поэтому лучше всего воспользоваться ими в качестве осадителя на кальций и затем уже искать остатки редких земель в прокаленной окиси кальция и в фильтрате от нее (A_{12} B_{12}).

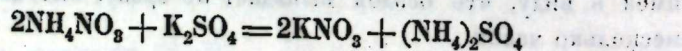
Для полного осаждения небольших количеств редких земель в фильтрате B_{12} следует избавиться выпариванием и прокаливанием от избытка щавелевой кислоты и щавелевокислого аммония и затем осаждать одним-двумя кубиками щавелевой кислоты, имея в виду, что осадок выпадает не сразу, иногда лишь через несколько часов.

Простейшим способом разделения Са и Sr является растворимость первого и нерастворимость второго в крепкой азотной кислоте. Лучше брать кислоту у. в. 1.46; фильтровать непременно через плотный фильтр и промывать крепкой кислотой. Стронций можно осадить затем и серной кислотой в спиртовом растворе, или просто прокалить нитрат.

Торий выделяют из соединенных осадков суммы редких земель. Некоторым критерием чистоты редких земель является ровный коричневатый цвет, без белых крупинок (Ti) и без светлого оттенка (Ca). После перевода их в азотнокислый раствор с помощью HNO_3 и H_2O раствор следует осторожно выпарить на водяной бане при достаточно низкой температуре, чтобы заметить момент, когда остаток делается твердым, стеклообразным и прозрачным, не приобретая порошкообразного вида; в этом случае при растворении легко образуются нерастворимые основные соли церия и тория; их приходится растворить в нескольких каплях азотной кислоты и раствор снова выпарить досуха. Однако осадок может в азотной кислоте и не раствориться; это признак какого-то загрязнения, либо титаном, либо кремнеземом из стеклянной посуды, в чем можно убедиться, отфильтровав осадок, промыв его, обработав серной и плавиковой кислотами и определив потерю в весе; остаток можно сплавить с KHSO_4 и попробовать перекисью водорода на титан.

Для осаждения тория стеклообразную массу надо смочить водой, прибавить избыток азотно-кислого аммония и нагреть несколько минут на водяной бане. Полученный осадок обычно имеет желтоватый оттенок; в этом случае его следует отфильтровать, растворить на фильтре в азотной кислоте, раствор снова выпарить досуха и осаждение повторять до тех пор, пока осадок не получится совершенно бесцветным и имеющим характерную желатинообразную консистенцию. При прокаливании осадка возможны потери: перекись тория при нагревании разлагается со взрывом и распыляется по стенкам тигля, поэтому его лучше растворить в азотной кислоте и осадить щавелевой кислотой, а затем уже прокалить и взвесить.

Аммонийные соли в фильтрате B_8 мешают разделению редких земель в виде двойных сернокалийных солей; при насыщении сернокислым калием происходит двойное разложение:



и, вследствие этого, отсутствие условий для осаждения церитовых редких земель, т. е. насыщенности раствора K_2SO_4 . Выделить полностью редкие земли аммиаком из этого раствора не удастся, так как избыток аммонийных солей мешает выделению гидратов, поэтому приходится их осажать щавелевой кислотой и, проведя через прокалывание, снова растворить в азотной кислоте с помощью перекиси водорода. Выпарив досуха, следует прибавить холодный насыщенный раствор K_2SO_4 , немного твердой соли и оставить стоять на ночь. Двойные сульфаты с трудом растворяются в воде, их легче перевести в раствор, прокипятив с едким калием и растворив полученные гидраты в соляной кислоте; осаждение необходимо повторить и, после перевода в раствор, осадить щавелевой кислотой. Фильтрат B_2 , содержащий иттриевые земли, следует дважды осадить щавелевой кислотой потому, что сернокислый калий упорно удерживается осадком и повышает цифру для $\Sigma\text{Y}_2\text{O}_3$.

Для характеристики иттриевой группы и для суждения о степени отделения иттриевой группы от церитовой, следует определить молекулярный вес и той и другой: прокаленные окислы перевести в сульфаты и из соотношения

$$\frac{2x + 3(\text{O})}{2x + 3(\text{SO}_4)} = \frac{\text{вес окисей}}{\text{вес сульфатов}}, \text{ вычислить } x.$$

Для перевода в сульфаты окиси следует смочить серной кислотой, выпарить сначала на песчаной бане, а затем прокалить при 450° . Иттриевые земли легко переводятся прокалыванием при 1000° снова в окиси, и определение можно повторить. Молекулярный вес церитовой группы следует определять после отделения церия, ибо при прокаливании получается CeO_2 , а не Ce_2O_3 , и определение будет неточное.

Церий лучше всего выделить двукратным осаждением иодовато-кислым калием, окислив его предварительно в 4-х валентный при помощи бромовато-кислого калия. Для осаждения приготовить азотно-кислый раствор ($1/3 \text{HNO}_3$ по объему) и, окислив 0.7 г KBrO_3 , осадить азотно-кислым раствором KIO_3 . 100 г KIO_3 растворяют в 330 куб. см HNO_3 на холоду. Промывной жидкостью служит раствор 8 г $\text{KIO}_3 + 50$ куб. см HNO_3 в 1 л. Для вторичного осаждения осадок надо смыть горячей водой обратно в стакан, прибавить крепкой HNO_3 до растворения и, прибавив 0.25 г KBrO_3 , снова осадить азотно-кислым раство-

ром KIO_3 . После промывания фильтр с осадком перенести снова в стакан, прибавить 5—8 г $H_2C_2O_4$ и 50 куб. см воды, осторожно нагреть до прекращения выделения паров вода и оставить стоять до просветления раствора.

Фильтрат от подкислого церия выпарить до небольшого объема, нейтрализовать избыток азотной кислоты аммиаком и осадить щавелевой кислотой остальные церитовые земли.

Переходим к фильтрату B_1 от фтористых редких земель и кальция. Задача — при осаждении аммиаком по возможности отделить от марганца, т. е., соблюдая условие нейтральной реакции и избытка аммонийных солей, прибавив к раствору метилоранжа и по каплям аммиак до нейтральной реакции, один раз прокипятить. Необходимо повторить осаждение, растворив осадок в соляной кислоте и снова осадив аммиаком при тех же условиях. Осадок лучше прокалить и взвесить для проверки алюминия, выделяемого затем прямым путем в фильтрате от циркония и титана.

Прокаленные окиси легче всего перевести в раствор следующим путем: к сплаву с $KHSO_4$ в тигле прибавить воды и винной кислоты (3—4 г) и при помешивании нагреть на песчаной бане до полного растворения и перенести в стакан, смыв тигель несколько раз водой.

В этом месте необходимо выделить платину, попавшую в раствор от тиглей, пропуская сероводород, при слабом нагревании. После охлаждения Pt и серу отфильтровать и затем осаждают железо, нейтрализовав аммиаком и пропуская сероводород. С железом оседет и часть марганца, оставшаяся с полуторными окислами при осаждении аммиаком.

На Mn следует проверить и фильтрат от сернистого железа, ибо осаждение сернистого марганца в виннокислом растворе не полное.

При растворении FeS на фильтре часто остаются черные нерастворимые крупинки — по видимому сера, обволакивающая сернистое железо и препятствующая его растворению. Осторожнее осадить сернистым аммонием второй раз во избежание потери от присутствия винной кислоты, ибо гидрат окиси железа может не осесть полностью, если винная кислота недостаточно хорошо отмыта.

Фильтрат от сернистого железа, содержащий титан, ниобий, цирконий и алюминий, прежде всего выпариванием надо освободи-

вить от избытка сернистого аммония, затем подкислить серной кислотой и прокипятить, чтобы собрать серу в комки и затем отфильтровать; фильтрат довести до 8% содержания H_2SO_4 по объему и на холоду осадить 6% раствором купферрона. Образуется 2 рода осадка: первый — желтый, тяжелый, хлопьевидный — осадок титана и циркония —, и второй — белесая муть — осадок от действия купферрона на серную кислоту; он обычно быстро исчезает, но иногда остается и не должен смущать. Осадок фильтровать через пористый фильтр и промыть 8% раствором серной кислоты, содержащим немного купферрона. Следует весьма осторожно прокалывать, лучше предварительно высушить тигель с фильтром в термостате, чтобы избежать превращения купферрона в жидкую смолу, легко вылезавшую из тигля. После сильного прокалывания и взвешивания окисей титана, ниобия и циркония и сплавления с кислым сернокислым калием, сплав легче всего следующим образом перевести в раствор: прибавить крепкой серной кислоты и нагреть на песчаной бане до полного растворения; после охлаждения внести при помешивании в стакан с водой и смыть тигель несколько раз водой. Благодаря большому количеству титана и малому циркония, необходимо прибавить достаточное количество перекиси водорода и достаточно долго ждать полноты осаждения (больше суток). Раствор должен содержать около 10% серной кислоты по объему и лучше осадить фосфорнокислым аммонием, а не фосфорнокислым натрием. Осадок фосфорнокислого циркония можно промыть слабым раствором (0.5%) серной кислоты или азотно-кислым аммонием и можно сжигать мокрым, не опасаясь испортить платиновый тигель, обратив особое внимание на медленное обугливание при слабом нагревании, и прокалывать следует в электрической печи во избежание восстанавливающего действия пламени газовой или бензиновой горелки. Для более точного определения циркония его следует перевести в окись сплавлением с содой с последующим выщелачиванием водой.¹

Разрушение азотной и серной кислотами винной кислоты и купферрона в фильтрате от циркония и титана удобнее всего

¹ Фильтрат от фосфорнокислого циркония следует осадить купферроном для отделения от фосфорной кислоты и в осадке определить ниобий гидролизом HNO_3 из виннокислого раствора сплава с пиросульфатом. (Подробнее см. «Анализ лопарита и опред. ниобия в ловчарритовой руде» — печатается).

производить в эрленмейеровской кварцевой колбе, во избежание приобретения лишнего алюминия из стеклянной посуды. Следует обратить внимание на момент начала обугливания, после того, как в растворе, доведенном до небольшого объема, пройдет главная часть реакции; раствор начинает темнеть и образуется черная пена, быстро переходящая через край колбы. Потемнение жидкости обозначает недостаточность азотной кислоты, ее следует осторожно и по каплям прибавить до обесцвечивания раствора и продолжать нагревание до полного прекращения выделения пузырьков и до выделения паров серной кислоты. При большом ее содержании раствор перенести в платиновую чашку и выпарить на песчаной бане до малого объема. Алюминий осаждают аммиаком в присутствии метил-оранжа.

Дальнейшее исследование фильтрата B_{31} можно вести обычным способом, помня о том, что часть марганца надо извлечь из осадков железа и, может быть, алюминия.

Удобно предварительно отделить марганец и магний от щелочей методом Шафготча, осаждая спиртовым насыщенным раствором углекислого аммония (18 куб. см NH_4OH , 75 куб. см H_2O , 95 куб. см 95% спирта насытить $(NH_4)_2CO_3$); осадок растворить в соляной кислоте и выделить марганец бромом и в фильтрате магний обычным путем фосфорнокислым натрием.

Щелочи можно определить обычным путем, переведя в хлористые осаждением серной кислоты хлористым барием, определив сначала сумму хлористых K и Na , затем отделив калий хлорной платиной.

Заключив схему разложения плавиковой кислотой, мне остается еще рассмотреть способы определения кремнекислоты, фтора, перекисного щеря и воды.

Кремнекислоту можно определить двойным путем: 1) разложить навеску соляной кислотой и связать с этим проверкой определений всех остальных составных частей, кроме фтора, и 2) разложить сплавлением с содой и объединить определение фтора и кремнезема.

Избежать потери SiO_2 в виде SiF_4 в первом варианте можно следующим образом: разложить навеску при слабом нагревании разведенной соляной кислотой (можно даже навеску не измельчать), отфильтровать оставшийся скелет, содержащий кроме кремнезема лишь небольшое количество окиси титана, и затем уже выпаривать раствор для выделения растворившейся SiO_2 . При последую-

щим растворении высушенных хлоридов титан лишь с трудом переходит в раствор, часто получается мутный раствор с взвешенной мета-титановой кислотой, проходящей даже через самый плотный фильтр. В этом случае помогает смачивание фильтруемого осадка перекисью водорода и кислотой и промывание подкисленной водой, содержащей перекись водорода.

Нужно сказать, что разделение кремнезема и титана — слабое место нашего анализа, и намечается два пути к его исправлению первый — разложение минерала винной кислотой и второй — разложение серной кислотой. В предварительных опытах разложение винной кислотой освобождает осадок кремнезема от титана, но дает неполное осаждение первого, вероятно вследствие трудности дегидратировать виннокислый раствор, а может быть и вследствие недостаточного учета действия фтора на кремнезем.

Разложение слабой серной кислотой должно, вероятно, привести к хорошим результатам, отфильтровав предварительно без выпаривания скелет кремнезема, выпаривши затем до выделения паров, а не досуха, и прибавив перед фильтрованием, в случае надобности, перекиси водорода.

Дальнейший ход анализа можно варьировать разными способами: отделить сначала редкие земли щавелевой кислотой, затем кальций щавелевокислым аммонием в щавелевокислом растворе и в фильтрате, сернистое железо в виннокислом и цирконий с титаном купферроном, — или отделить гидраты и в них уже определять редкие земли, а в фильтрате Ca , Sr и пр..

Определение фтора способом Берцелиуса — весьма неудовлетворительно. Мы его производим обычным путем, собирая попутно все осадки, содержащие кремнезем, для его определения без потерь в виде SiF_4 .

Определение воды можно вести только прямым путем, по Пенфильду, или взвешивая привес хлоркальциевых трубок после отгонки воды накаливанием навески в токе сухого воздуха в тугоплавкой трубке. К сожалению, в большинстве наших анализов, за исключением тугоплавких трубок, вода определена потерей при прокаливании ниже 700° , во избежание потерь, что, конечно, не может считаться точным.

Определение суммы перекисей щеря и празеодимия производилось растворением навески в токе углекислоты в серной кислоте с прибавлением определенного количества титрованной сернокислой закиси железа. Закись железа окисляется перекисью

дерия по уравнению $2\text{CeO}_2 + 2\text{FeO} = \text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, а прибавленный ее избыток титруется перманганатом.

Надеюсь, что в настоящей статье я с достаточной степенью ясности указала на слабые места, чтобы аналитик, приступающий к расшифрованию подобного минерала, приложил усилия для их исправления и искания новых, более совершенных, путей анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lundell and Hillebrand. Applied Inorganic Analysis. New York, 1929.
2. И. П. Панаев. Отношение важнейших редких земель к реактивам. СПб., 1909.
3. Böhm. Darstellung der seltenen Erden.
4. Шеллер и Повелл. Анализ минералов и руд, содержащих редкие элементы. Перев. И. Д. Старынкевич-Борнеман. Лгр., 1928.
5. Мур. Химический анализ редких технических металлов. Перев. С. Гутмана. Лгр., 1931.
6. Тредвелл. Курс аналитической химии, I и II том, Лгр., 1931.

ЛИЗАЛО

A — осадки
B — фильтраты

не HF до полного			
	B ₁ Фтор	O ₃ + H ₂ O + NH ₄ OH. Отфильтровать	
ть	A ₃₁	до суха. Удалить аммон. соли. При- CO ₃ . Отфильтровать	
10+ ления. ь	A ₃₂ Ti, + +	Отфиль-	B ₄₀ K, Na. Выпарить досуша. Удалить аммон. соли + HCl. Выпарить. Слабо прокалить. + H ₂ O. Отфиль- тровать.
	A ₃₃ Fe	Mg + Na ₂ HPO ₄ . Отфильтро- вать	
	A ₃₄ Fe	Игбросить	
лить (H ₄ OH			
(4)2C ₂ O ₄ бовать	A ₃₅ Fe		
росить	A ₃₆ Ti, Sp	рнокислые Na, K, перевести в хло- ды + HCl + BaCl ₂ . Избыток BaCl ₂ вать. NaCl + KCl слабо прокалить, Отфильтровать	

**МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОВЧОРРИТА
И ОДНОГО ЕГО НОВОГО АНАЛОГА ИЗ ХИБИНСКИХ ТУНДР**

ВВЕДЕНИЕ

В Хибинских тундрах, как известно, в разных местах встречаются два тождественные по составу минерала, получившие названия — ринколит и ловчоррит. Суммарные минералогические сведения о них с указанием соответственной литературы имеются в недавно вышедшей книжке О. М. Шубниковой и Д. В. Юферова «Справочник по новым минералам 1926—1932» (Горгеолнефтиздат, 1934, спец. стр. 100—101). Этот список литературы уже существенно неполон.¹ Литература специально по ловчорриту в связи с вопросом его практического использования для извлечения редких земель очень быстро нарастает и к списку в «Справочнике» следует добавить многочисленные статьи разных лиц, напечатанные преимущественно в Сборнике V «Хибинские редкие элементы и пирротины», Ленинград, 1933 (статьи Н. Н. Гутковой, М. С. Афанасьева и Е. А. Салье, П. Ф. Семерова, И. Д. Старынкевич-Борнеман, Е. С. Бурксер), в Сборнике VI «Хибинские апатиты», Ленинград, 1933 (статьи М. С. Афанасьева, И. С. Ожнинского, П. П. Зотова, И. Д. Старынкевич-Борнеман и нек. др.), статью Э. М. Бонштедт «К минералогии и геохимии Кукисвумчорра» в Материалах по петрографии и геохимии Кольского полуострова, часть II, особенно стр. 50—51, брошюры: П. Ф. Семеров и П. Н. Чирвинский. Минералы Хибинской и Ловозерской тундр, г. Кировск, 1935, также Л. Б. Антонов, В. К. Котульский и П. Н. Чирвинский «Горные богатства Кольских тундр», ОНТИ, Ленинград, 1935.

¹ Цитированы статьи Э. М. Бонштедт, А. Е. Ферсмана и Б. М. Куплетского. Большое значение для правильного понимания всей мозандритовой группы минералов имеет только что напечатанная статья В. Gossner u. O. Kraus. Beitrag zur Kenntniss der Wöhlerit- und der Mosandritgruppe. Centralb. f. Min., Geol. und Palaeon., Abt. A, 1934, p. 72—79.

В последней работе Бонштедт кристалличность ловчоррита ставится вне сомнений в противность прежнему мнению об этом минерале, как теле исключительно аморфном, коллоидальном. Оптические свойства оказались по ее исследованиям очень близкими или тождественными с ринколитом.

И. А. ОБРАЗЦЫ ЛОВЧОРРИТА С ЮКСПОРА, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ И. Д. СТАРЫНКЕВИЧ-БОРНЕМАНА

Ловчоррит в виде клея, то более светложелтого (ср. затверделый гуммапарабик), то более темного, коричневого¹ (столярного клея). Иногда обе эти окраски в одном участке ловчоррита резко отграничены, что и заинтересовало И. Д. Рядом обычен и так называемый вудъяврит, сильно трещиноватый, крошащийся темно-коричневый ловчоррит. Другие участки породы, содержащие ловчоррит, состоят из черных скоплений агриина и крупных кристаллов белого полевого шпата. При некотором внимании можно заметить наличие сфена. С уверенностью его можно открыть лишь при микроскопическом исследовании в шлифах. Более крупные кристаллики сфена, ориентированные по своей длине в общем флюидально и согласно с неделимыми ловчоррита, врастают в область, пограничную между ловчорритом и полевым шпатом, который называют альбитизированным микроклином или микроклин-микропертитом. В этих местах сфен, равно как и кристаллики ловчоррита, а также первичного альбита бывают включены в тело этого полевого шпата. В сплошном ловчоррите попадаются мелкие и редкие кристаллики того же сфена, едва ли вполне удалимые при отборе вещества под бинокулярной лупой для анализа: зернышки эти здесь слишком мелкие. Количество их здесь в поле сплошного развития ловчоррита в шлифе приблизительно 1%. Если в пограничной области мы имеем кристаллики сфена в длину до 1.8 мм и в ширину 0.15 мм (бывают зернышки и меньше), то в сплошном ловчоррите они обычно укладываются в пределы 0.06—0.12 мм, редко достигают 0.24 мм. Кристаллы ловчоррита иногда наблюдались в виде включений в агриине и даже сфене. В более удаленных местах полево-шпатового кристалла от поля развития сплошного ловчоррита включений в нем ловчоррита становилось все меньше и

¹ В этом же куске, по словам И. Д., были и красноватые участки, но они были истрачены на анализ.

меньше, но они все же имеются и легко открываются уже в обыкновенном свете, так как их средний показатель преломления значительно выше, чем у полевого шпата. Размер поперечных сечений зерен ловчоррита здесь обычно 0.03—0.06 мм. Тут же встречаются столбчатые кристаллики и иглы ринколита. Одна из таких игл в моем случае имела в длину 3.6 мм при толщине 0.02—0.03 мм. Она угасает продольно и имеет знак удлинения отрицательный, как ринколит и лейсты ловчоррита в его сплошном развитии. Ловчоррит в участках сплошного развития нигде не имеет признаков аморфности. Структура флюидальная из лейст, напоминающих собою в поляризованном свете кристаллики плагиоклаза. Сходство усугубляется, как и в других случаях, тем, что в поляризованном свете заметна зональная структура, напоминающая полисинтетические двойники по альбитовому закону, и, наконец, он обнаруживает двупреломление, лишь немного уступающее таковому же полевого шпата. Понятие о размерах кристалликов могут дать такие величины:

1) 1.20×0.30 мм; 2) 0.75×0.15 мм; 3) 0.30×0.12 мм, и т. д.

Лейсты ловчоррита имеют угасание, неотличимое от прямого; и всегда отрицательный знак удлинения. Двойников нет. Их можно смешать с зональностью полосок, имеющих разную силу двупреломления и повторяющихся два раза и более по периферии кристаллов или внутри кристаллов. Более тонкие зоны обычно сильнее двупреломляют. Они бывают сравнительно редко развиты по всему абрису кристалла, иногда в ядре, а чаще представляют образования выклинивающиеся. Они идут нередко только вдоль удлиненного разреза и отсутствуют или мало заметны по другим направлениям. Отличие от двойников в том, что такие зоны, даже изменяющие направление в одном и том же кристалле, угасают с ним как одно целое. Сечения кристаллов ловчоррита: как в теле полевого шпата, так и в сплошном агрегате бывают иногда несколько растянуто шестигульными. Шестигульники эти с включенными в них зонами иного двупреломления (если они, конечно, имеются) гаснут то симметрично, то параллельно одной паре их сторон. Надо думать, что в шестигульных сечениях мы имеем перед собой частью продольные, частью поперечные сечения кристаллов. Для ринколита Э. М. Бонштедт, Б. М. Куллетский и др. отличают две спайности: ясная по (100) и несовершенная по (010). В наших микроскопических кристаллах никаких этих направлений незаметно. Трещины, пересекающие шлиф,

имеют случайное направление и только в редких случаях окружают отдельные кристаллики, следуя их контурам.

Б. ДРУГИЕ ОБРАЗЦЫ ЛОВЧОРРИТА С ГОРЫ ЮКСПОР

(Фиг. 1, 2 и 3)

Из наблюдения ряда шлифов, мною просмотренных и частью микрофотографированных, я отмечу здесь лишь немного.

Размеры кристаллов, измеренные в некоторых из них, большей частью варьируют так:

Шлиф 119. Ловчоррит, проросший флюидално расположенными удлиненными кристалликами эгирина, имеет более вытянутый призматический облик, чем тот же ловчоррит в тех местах того же шлифа, где ловчоррита много и где встречаются зерна сфена. В агрегате собственно ловчорритовых участков, показывающих ту же флюидалную структуру, наиболее крупные кристаллы имеют 2—2.2 мм в длину при ширине 0.5—0.6 мм. Однако тут же имеются и кристаллики, напр., 0.45×0.18 мм, 0.90×0.21 мм и др. Размеры кристаллов в поле развития эгирина обычно близки к 0.75×0.20 мм. Все кристаллы ловчоррита обнаруживают хорошо выраженное зональное строение. Число зон обычно 4—5 на кристалл. Если часть зон показывает поляризацию в стальносерых цветах, часть зон достигает светложелтого первого порядка, т. е. разница в двупреломлении может достигать 0.004 для одного кристалла. Такие более ярко поляризующие участки обычно находятся в средней части кристаллов, т. е. образуют его ядро. Изредка это ядро бывает настолько большим, что превосходит по объему половину кристалла, обычно же оно развивается в виде узкой ярко поляризующей полоски. Количественно же эти сравнительно ярко поляризующие зоны и ядра составляют по отношению к слабо поляризующим не более 5—6%. Все сильно удлиненные разрезы угасают строго продольно, более же короткие в сечениях — растянуто-шестиугольные — под углом до 6° и даже 14° . Все зоны гаснут строго одновременно. Удлинение всех этих и прямо и косо гаснущих сечений кристаллов является отрицательным.

Шлиф 122 и 123. В этих шлифах юкспорского ловчоррита кристаллы сравнительно крупные и широкие. Флюидалность почти не выражена. Размеры более крупных кристаллов в агрегате:

1) 1.2×0.6 мм; 2) 1.5×0.5 мм; 3) 1.5×0.6 мм; 4) 1.1×0.6 мм и т. п.

Зональность заметна хорошо. В сплошном поле развития ловчоррита встречаются мало-идiomорфные зерна сфена и эгирина. В сфен бывают вброшены сбоку или совсем включены мелкие кристаллики ловчоррита. Наиболее крупное зерно сфена 1.2×0.6 мм, т. е. того же порядка, что и более крупные кристаллы ловчоррита. Трещинки, пересекающие ловчорритовый агрегат, никакой связи со спайностью ловчоррита не имеют: они идут или совсем случайно, или следуют контурам отдельных кристаллов. Угасания, отличающиеся от прямого, встречались здесь чаще, чем в предыдущих случаях. Угасание между зонами иногда было волнистым (строго постепенным), как в зональных плагиоклазах. Бывали, однако, зерна, в которых не наблюдалось и намеков на зональную структуру. В самом ловчоррите встречено несколько очень мелких листочков астрофиллита, т. е. минерала, подобно сфену, содержащего титановую кислоту.

В. ЛОВЧОРРИТ С ВУДЪЯВРЧОРРА. ШЛИФЫ 116, 117 и 118

(Фиг. 4, 5, 6, 7)

Здесь хорошо выражена флюидалная и частью споровидная группировка субиндивидуумов ловчорритового агрегата. Общее понятие о наблюдаемой здесь картине при скрещенных николях дают прилагаемые микрофотографии. Наиболее длинные, игольчатого облика кристаллы имеют размеры от 2.0 до 2.4 мм при ширине около 0.6 мм. Преобладающая же длина кристаллов не более 0.2—0.6 мм. Зональность выражена хорошо. И здесь трещинки не связаны с ходом спайности в ловчоррите — они или совсем случайного направления или идут по длинным контурам кристаллов. Здесь, как редкость, были наблюдаемы и настоящие двойники. Знак главной зоны кристаллов во всех случаях оказался отрицательным. Угасание игольчатое прямое. Двупреломление колеблется так же, как было указано выше. Кристаллики, обтекавшие флюидално эгириновое выделение, частью вторглись в его тело, сохранив частью то же направление и свой идиоморфизм (см. микрофотографию шлифа 118). При исследовании осколочков ловчоррита на предметном стекле в микроскоп ясно видно, что мы имеем дело с агрегатом анизотропных зерен. В жидкости с показателем преломления 1.657 один показатель преломления оказался выше, другой — несколько ниже.

Рассматривая в микроскоп осколки ловчоррита, можно было убедиться, что в них часто наблюдаются, кроме раковистого излома, ровные отколы со стекляннным блеском (вообще же излом ловчоррита в кусках имеет жирный блеск), напоминающие расколы по спайности. Однако возможно, что эти расколы, как и в шлифе, по широким плоскостям а (100) неделимых (в шлифе бывали трещины по этой плоскости как по линейке). Через такие поверхности наблюдалась выходящая из поля зрения гипербола. Даже в сравнительно толстых осколочках она была серой, а не окрашенной. Угол оптических осей большой, если судить по очень слабой изогнутости гиперболы. В шлифах можно убедиться, что плоскость оптических осей идет косо к удлинению кристаллов, что свойственно ринкиту и ринколиту (для них дают нормально симметрическое положение плоскости оптических осей) в отличие от крайне близких к ним мозандрита и джонструпита в первоначальной их характеристике, приведенной в книге Розенбуш-Вюльфинга. При большом угле оптических осей и размытости гипербол решить это уверенно не так легко, поэтому не исключена возможность и ошибок у какого-либо из наблюдателей.

II. АНАЛОГ ЛОВЧОРРИТА, НЕ СОДЕРЖАЩИЙ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ (КАЛЬЦИЕВЫЙ РИНКИТ) И ЛОВЧОРРИТ С ПЛАТО ЮКСПОРА (МАТЕРИАЛЫ М. С. АФАНАСЬЕВА)

(Фиг. 8—13)

Первый минерал буровато-серого цвета с жирным блеском на изломе, смято-тонковолокнистый или тонкоигльчатый. Таковы поверхности продольных разломов; поперечные изломы плотны. Он здесь уже походит как на нефелин, так и на матовый ловчоррит. Анализ этого минерала, может быть являющегося ганнитом, (мало исследован, количественного химического анализа нет),¹

¹ Jos. Blumrich. Tsch. Min. Petr. Mitteilungen, 1893, Bd. XIII, S. 412.

E. S. Dana. Appendix, 1899, p. 31.

J. P. Iddings. Rock minerals, 1911, p. 342.

H. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie, 2. Hälfte, spezieller Teil, Stuttgart, 1905, S. 385.

J. E. Hirsch. Tsch. Min. Pet. Mit. 1897, Bd. XVII, S. 1. — Ср. также минерал гюртдалит, с которым близок ганнит. Ганнит возможно содержит также церий, чего в нашем минерале обычно нет. Не сходятся и некоторые оптические свойства. Это все заставляет меня думать, что минерал наш новый и что название, даваемое ему П. Д., вполне приемлемо — лишь для краткости я называю его ниже ганнитом в кавычках.

может быть и новым в ряду ринколит-ловчоррита, приводится в одновременно печатаемой статье И. Д. Старынкевич-Борнсема, от которой я получил и свой материал. Из него изготовлены шлифы 124 и 126 (продольные) и 125 (поперечный). Твердость минерала 5. Хрупкий. В порошке белый. П. Д. называет этот минерал кальциевым ринкитом.

В поляризованном свете при скрещенных николях в шлифе 124 и 126 картина тонкоигльчатого агрегата — иглы идут параллельно друг другу и достигают в некоторых слоях 4 мм при толщине всего в 0.1 мм. Эти слойки с крупными иглами сменяются слойками, где волокна бывают несколько тоньше и короче, но главное отличие заключается в том, что здесь больше, чем в более крупных иглах, замечается не только налегание, но прямое свивание (скручивание по спиралам) отдельных волокон, как это наблюдается в асбесте и халцедоне. Такие участки показывают не столько прямое, сколько волнисто-бегущее, узловатое по длине плетения волокон угасание. В шлифе можно видеть вростки в агрегат не только эгирина, видимого невооруженным глазом и в самом куске, но также грубо веретенообразных кристаллов апатита. Сравнение показателей преломления показывает, что у нашего минерала он несколько больше показателя преломления обыкновенного луча апатита, т. е. больше 1.634—1.635.

При испытании осколков в жидкостях с показателями преломления 1.657 и 1.651 показатели преломления ниже не только первой величины, но и чуть ниже второй (температура 20° Ц).

Цвета интерференции от аномально-синего, как у хлоритов или везувиана, через стально-серый (он господствует) до светло-желтого первого порядка. В очень немногих местах встречены были поперечные сечения игол, дававшие аномально-синий цвет и цвет серый, которые оказались перпендикулярными к острой биссектрисе или к одной из оптических осей. Знак минерала положительный. Плоскость оптических осей в общем поперек длины игол. Двупреломление в белом свете приблизительно для $N_g - N_p$ максимум 0.012, $N_g - N_m = 0.009$ и $N_m - N_p$ до 0. Дисперсия силы двойного лучепреломления. Угол оптических осей небольшой. Знак зоны во всех иглообразных разрезах, не показывающих аномально-синей окраски, отрицательный; а в разрезах с аномально-синевой окраской — положительный (серовато-бурый цвет с гипсовой пластинкой). Так и должно быть, ибо с длиной кристаллов в общем совпадает ось средней

удругости. В поперечном шлифе (125) виден разнотельный агрегат. Зерна большей частью изометричны или слабо растянуты, но бывают и более длинные полоски. Форма поперечных сечений неправильная, но имеются и приближающиеся к более или менее ромбической и шестиугольной, обычно несколько растянутой в одном направлении. Угасание или симметрическое или косое, иногда более или менее параллельное паре коротких сторон. Знак зоны вытянутых разрезов в поперечном шлифе большей частью отрицательный, но встречались и положительные удлинения. Кристаллы неправильно зональны. Желтые и желто-бурые пятна в поляризованном свете очень часты и больше встречаются в центре зерен, преобладают же стально-серые оттенки.

Максимальное двупреломление следовательно до 0.012. Угасание центральных частей на несколько градусов отличается от наружных. Участки апатита в агрегате имеют неправильные очертания вследствие вставания в них зерен «гаинита» с краев. Они иногда встречаются и внутри апатита. С апатитом роднит наличие в обоих кальция, стронция и фтора.

Встречены двойники, повидимому, по а (100). Половины их гасли относительно двойникового шва под углом 24—28° максимум (угасание в этом случае могло быть названо симметрическим). Встречались и меньшие углы угасания. Я то же наблюдал и в продольных разрезах в шлифах 124 и 126. Здесь некоторые иглы, достаточно толстые сами по себе, чтобы не налегать друг на друга (напр., порядка 0.04 мм), гасли несколько косо.

Все это вместе взятое говорит за то, что истинная симметрия этого минерала, а может быть и ловчоррита, вообще триклиническая, близкая к моноклинической. Вследствие этого и плоскость оптических осей в минералах мозандритовой группы лежит не строго в плоскости симметрии, которая вообще отсутствует, и не строго перпендикулярно к ней. Особенно эта несимметричность велика у «гаинита». Большое отклонение в «гаините» имеется и в его дальнейших изоморфных компонентах. Таким образом, он в сущности не есть еще крайний член изоморфного ряда мозандритовой группы. Дальнейшее расчленение возможно по линиям силикат — титанат-ниобат-дирконат. Если не удастся этого сделать на природных разностях минерала, то надо постараться сделать на искусственно полученных членах. «Изотопизм», столь интересный в ряду минералов, надо преодолевать своими

путями, как преодолен он в химии, но тоже ее собственными физико-химическими путями (способ Астона).

ЛОВЧОРРИТ ТОЙ ЖЕ ЖИЛЫ (ПОЛУЧЕН ОТ
И. Д. СТАРЫНКЕВИЧ-БОРНЕМАНА). ШЛИФ 211

(Фиг. 13)

Под микроскопом видна мелкозернистая масса ловчоррита, в которую погружены гораздо более крупные кристаллы эгирина и сфена, пойкилитически проросшие зернышками и лейсточками ловчоррита. Размер лейсточек ловчоррита обычно не превосходит в длину 0.6 мм при толщине 0.03—0.06 мм. Один раз встретился разрез 0.4×0.12 мм. Лейсточка расположена флюидально и никаких особенностей не представляет. Размеры зерен сфена до 2.2×1.3 мм. Зерна эгирина несколько меньше. Ничтожное количество астрофиллита.

Под именем ловчоррита шлиф 211 описывается тот минерал, который анализировался в 1934 г. И. В. Степановым и анализ которого помещен под № 25 в таблице анализов в работе И. Д. Старынкевич-Борнеман «Ловчоррит и его аналоги» (печатается в этом же выпуске Трудов Хибинской горной станции Академии Наук). Прилагаемая микрофотография 13 иллюстрирует наличие включений сфена и эгирина.

В заключение замечу, что сближение минералов ловчорритовой группы с пектолитом, что делает Zambonini и И. Д., и мне кажется вполне логичным. Я полагаю, что парагенетическая связь пектолита с флюоритом (см. тип включений флюорита в пектолите из жилы Лошарской долины на Куписвумчорре на прилагаемых микрофотографиях) частично даже объясняется распадом в более низкую температурную фазу первоначально однородного твердого раствора. Иначе говоря, мы имеем иногда настоящие структуры распада первоначально однородных кристаллов (см. фиг. 14, 15 и 16). Это своего рода пертитизация. Анализы таких смесей могут нам дать даже возможность восстановить этот былой состав.

Из всего ловчорритового ряда в кальциевом ринките содержится наибольшее количество марганца. Как известно, марганец характерен для шизолита — минерала, родственного пектолиту, встреченному тоже в гринландских и хибинских щелочных породах. Замечательно, что шизолит не моноклинический, как пектолит

и ринколит, а триклинический. По моим наблюдениям и наш «гаинит» показывает наибольшее отклонение от моноклинической симметрии по сравнению с моноклиническим ловчорритом и ринколитом.

По неопубликованным данным М. С. Афанасьев установил по аналогии с ринколитом, что спайность у ловчоррита по (100) почти совпадает с N_g . Плоскость оптических осей почти перпендикулярна этой спайности. $2V$ изменяется от $+40^\circ$ до $+78^\circ$.

В вышецитированной статье на немецком языке Госснера и Крауса доказывается рентгеноспектрографически и путем вычисления формул очень большое родство, если не тождество ринкита, мозандрита и джонструпита. Все они относятся к группе мозандрита.

Константы:	a	b	c	β
Ринкит	18.47 Å	5.67 Å	7.46 Å	91.13
Мозандрит (из Låven) .	18.37 Å	5.63 Å	7.42 Å	не опред. прибл. $93^\circ 4'$ у джонструпита

Отсюда вычисляется отношение, до сих пор неизвестное для мозандрита:

$$a : b : c = 3.263 : 1 : 1.318.$$

Мои дальнейшие исследования над ловчорритом из редкоземельных жил Лопарской долины показали, что здесь ловчоррит почти всегда бывает аморфным, хотя его краевые очертания иногда несомненно были кристаллизованными. Эти случаи микрофотографированы и будут современем описаны (вероятно при описании так называемых кондриковитовых жил, разведывавшихся инж. Л. Б. Антоновым).

Здесь я ограничусь приведением лишь одного случая, показывающего как-будто справедливость того мнения, что изотропизация у редкоземельных минералов вызывается процессом окисления, а не другими причинами.

В образце (обр. 53, шлиф 17) эгирип-полевошпатовой породы имеются легко бросающиеся в глаза прожилки и выделения грязно-желтого ловчоррита. В шлифе усмотрен еще бурый биотит, канкринит и астрофиллит. Ловчоррит кажется однообразной массой, не действующей на поляризованный свет. На краях разрезов участков ловчоррита, сходящих на-нет, иногда заметны иглы его же, тоже вполне изотропные. Никакой реши-

тельно разницы между ними и основной ловчорритовой массой нет.

В то же время имеются многочисленные иглы ринколита в свежем полево шпате. Здесь они несмотря на свою крайнюю тонкость (0.01—0.21 мм) действуют на поляризованный свет. Надо думать, что здесь кислород не имел доступа к минералу и он сохранил свои свойства ринколита без изменения. Иное дело было с несколько более поздно кристаллизовавшимся ловчорритом в более крупных неправильных частях жильных выделений, где он подвергся изменению. Систематические анализы минералов редкоземельной группы с определением форм окисления редких земель должны пролить больше света на весь чрезвычайно интересный вопрос о их способности к изотропизации (переходу в метамиктовое состояние). Температурными влияниями всего этого процесса объяснить нельзя хотя бы потому, что ринколитовые иглы в натролите (такой комплекс назван кондриковитом), а не только в полево шпате (образовался при более высокой температуре, в магматическую стадию), могут сохранять двойное лучепреломление.

Наконец, я вскользь упомяну о ныне исследуемом Старынкевич-Борнеман и мною новом минерале из той же группы, который я назвал медистым ловчорритом или медистым вудъявритом. Краткие сведения о нем даны в брошюре: П. Ф. Семеров и П. И. Чирвинский «Минералы Хибинской и Ловозерской тундр». Кировск, 1935. Минерал изумрудно-зеленого цвета, аморфный, встречается между прочим в тех же кондриковитовых жилах, где имеется и аморфный ловчоррит. Выделился в жилках.

Научно-исследовательский музей
треста «Апатит» и Петрографический
кабинет Геолого-разведочного бюро
того же треста.

Г. Кировск. Май 1934 и апрель 1935 г.

P. ČIRVINSKIJ

Mikroskopische Charakteristik des Lovčorrits und eines neuen Gliedes derselben Reihe aus den Chibina-Tundren

Es wurde Lovčorrit aus den Pegmatitgängen der Berge Jukspor und Tachtarvumčorr untersucht. Desgleichen ein Mineral der Lovčorritreihe vom Berge Jukspor, das keine seltenen Erden

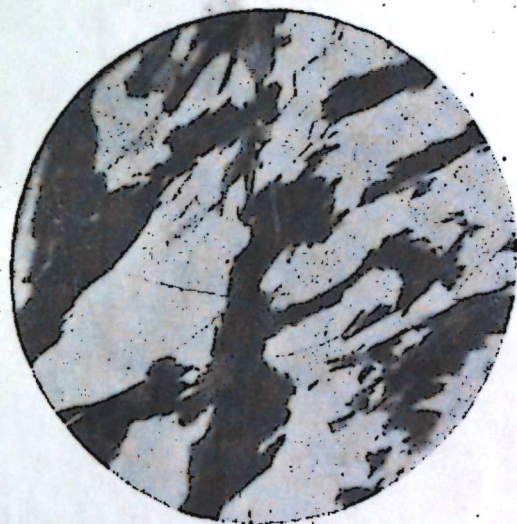
enthält, von I. Starynkewiĉ-Bornemann chemisch analysiert wurde und Aehnlichkeitszüge mit dem Gainit aufweist, für welches jedoch keine quantitative Analyse vorliegt. Fast in allen Fällen hat sich der Lovĉorrit als kristallinisches Mineral erwiesen. Es waren meistens keine Anzeichen von Übergang in metamikten Zustand (Isotropisation) wahrzunehmen. Die Mikrostruktur ist aus den beigelegten Mikrographien zu ersehen, welche grösstenteils bei gekreuzten Nicols in polarisiertem Licht bei 25-maliger Vergrößerung aufgenommen sind. Im gewöhnlichen Lichte wurden die Photos Fig. 1 und Figg. 14, 15, 16 aufgenommen. Die letzten drei Aufnahmen geben eine Vorstellung von der Mikrostruktur des Pektoliths (Bergkukisvumĉorr) mit darin enthaltenen Skeletten von Fluorit. Der Pektolith wird hier aus dem Grunde angeführt, dass mit ihm ebenfalls Lovĉorrit, Rinkolith, Rinkit, die Mineralien der Mosandritgruppe Verwandtschaftsbeziehungen aufweisen. Möglicherweise bildete sich der Fluorit im Pektolith bei einer Phase von tieferer Temperatur, wo die Entmischung ursprünglich gleichartiger ähnlich dem Lovĉorrit und seinen Analoga chemisch-gebundenes Fluorkalzium enthaltender Kristalle stattfand. Die Mikrostruktur von Aggregaten des «Gainit» (neues Mineral-Kalzium-Rinkit) ist in Figg. 8, 9, 10, 11 und 12 dargestellt. In Fig. 13 ist im gewöhnlichen Lichte ein Lovĉorrit von eigenartiger Zusammensetzung dargestellt (derselbe wurde von I. Stepanow analysiert; die Analyse ist in der Arbeit von I. D. Starynkewitsch-Bornemann angeführt, welche in eben diesem Heft der Arbeiten der Chibinischen Bergstation der Akademie der Wissenschaften abgedruckt ist, und zwar unter No. 25, die Analyse des Kalziumrinkits hat die No. 24). Das Mikroskop zeigte darin poikilitisch von kleinen Lovĉorritkristallen durchwachsene Sphen- und Aegirin-Einschlüsse (zu sehen auf Mikrophotographie 13). Der Lovĉorrit hat die gleichen optischen Eigenschaften wie der Rinkolith. Das sind zwei vollkommen identische Mineralien. Spaltbarkeitsrisse wurden in den kleinen Lovĉorritkristallen nicht beobachtet. Dasselbe ist auch vom «Gainit» zu berichten. Die Risse in den Schlifften verlaufen entweder ganz zufällig oder an den Umrissen der kleinen Kristalle, namentlich an den längsgerichteten Grenzflächen. Zwillinge sind selten. Manchmal gibt es deren mehrere. Die Zonarstruktur ist gewöhnlich genügend gut ausgeprägt. Monoklines System beim «Gainit» triklinisch, aber dem monoklinischen nahestehend. Der «Gainit» enthält ziemlich viel Mangan ($MnO_2 = 10\%$), wodurch er sich abermals von Lovĉorrit und Rinkolith unterscheidet (vergl. den triklinischen manganhaltigen Schizolith und den manganfreien monoklinischen Pektolith). Der «Gainit» bildet ein Aggregat von nadelförmigen, teilweise spiralförmig gewundenen Fasern (Nadeln), ähnlich dem, was man im Asbest und Chaledon antrifft. Als Einschlüsse findet man Aegirin und Apatit. Die Brechungsindices sind ein wenig grösser als der Brechungsindex für den gewöhnlichen Strahl beim Apatit, also etwas über 1.634—1.635.

Nach der Immersionsmethode wurde festgestellt, dass alle seine Brechungsindices etwas kleiner als 1.651 sind. Die Struktur ist zonal. Das Erlöschen von der Peripherie zum Kern ist ein äusserst allmähliches. Die Interferenzfarben sind meistens stahlgrau in sämtlichen Schnitten, jedoch wurden auch Abweichungen beobachtet. In den Längsschnitten wurden anormal-blaue Farben beobachtet, wie bei den Chloriten und beim Vezuvian (Beweis der Dispersionsstärke der Doppelbrechung und des Umstandes, dass in diesem Falle das Mineral in Bezug auf das mittlere Spektralstrahlen isotrop wird) bis zu hellgelb erster Ordnung. Die Querschnitte gaben ausser den grauen Tönen öfter einen hellgelben, ja sogar orange-gelben derselben Ordnung. Die Schnitte der Nadeln, welche anormal-blaue und stahlgraue Farben zeigten, erwiesen sich als senkrecht zur spitzen Bissektrix oder zu einer der optischen Achsen. Das Vorzeichen des Minerals ist positiv. Die Ebene der optischen Achsen ist im allgemeinen quer zur Nadellänge gerichtet. Die Doppelbrechung im weissen Lichte ist für $\gamma - \alpha$ max. von 0.009 bis 0.012, $\gamma - \beta = 0.009$ und $\beta - \alpha = ca. 0$. Der Winkel zwischen den optischen Achsen ist ziemlich klein. Das Zonenzeichen ist in sämtlichen nadelförmigen Schnitten, die keine anormal-blaue Färbung zeigen, negativ und in den Schnitten mit anormal-blauer Färbung positiv (graubraune Farbe mit Gypsplättchen). So muss es auch sein, denn mit der Kristalllänge fällt im allgemeinen auch die Achse der mittleren Elastizität zusammen. Die Härte des Minerals ist gleich 5. Spröde. Der Strich ist farblos, das Pulver weiss. Das Mineral selbst ist bräunlich grau; dichtfaserig. Grössere Stücke haben einen fetten Glanz.

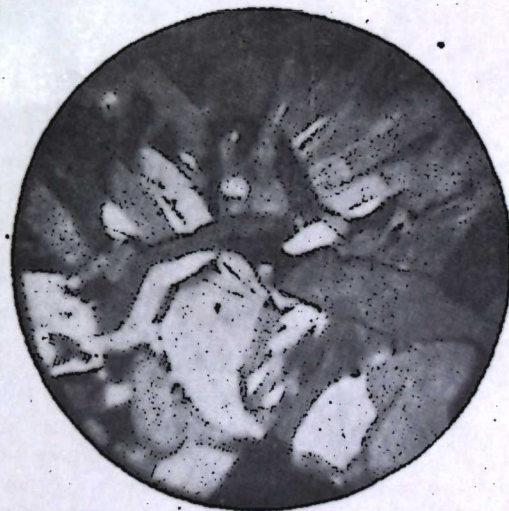
Der hellgelbe brüchelige Lovĉorrit aus der Probe des Kondrikovitganges des Loparsky—Tales erwies sich als sehr schwach auf polarisiertes Licht reagierend, manchmal sogar als vollständig amorph. Von demselben Fundort, können nach der Intensität der grünen Färbung die Übergänge zum «Kupferlovĉorrit» oder «Kupferwudjavrit» (neues Mineral) verfolgt werden. Letzteres wird zurzeit von I. D. Starynkewitsch-Bornemann und mir untersucht. Es ist isotrop. Der Brechungsindex im Tageslicht beträgt 1.59.

ПОЯСНЕНИЯ К МИКРОФОТОГРАФИЯМ

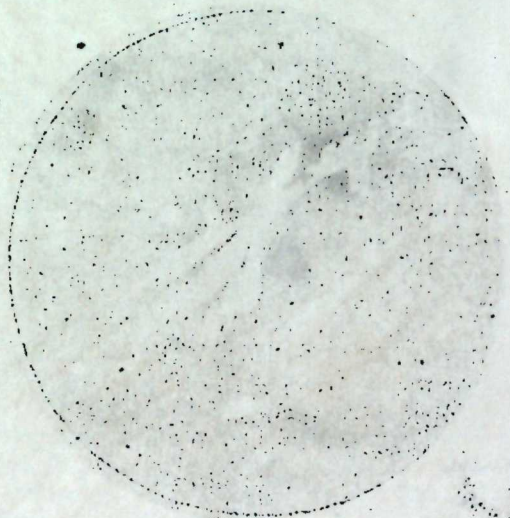
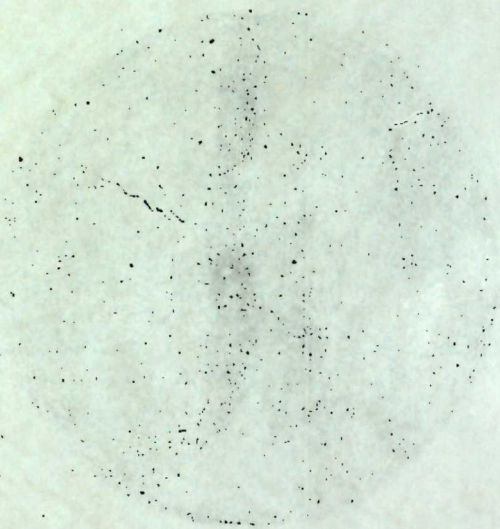
- Фиг. 1. Эгирин (черное) в ловчоррите (белое). Юкспор. Обыкновенный свет. Увел. 25 раз. Шлиф 119.
- Фиг. 2. Ловчоррит. Юкспор. В поляризованном свете при перекрещенных николях. Увел. 25 раз. Шлиф 121.
- Фиг. 3. Ловчоррит с включением двух зерен сфена, в которых в свою очередь имеются мелкие включения ловчоррита. В поляризованном свете при перекрещенных николях. Увел. 25 раз. Шлиф 123.
- Фиг. 4. Ловчоррит (белое) и эгирин (черное). Вудъяврчорр. В поляризованном свете при скрещенных николях. Увел. 25 раз. Шлиф 118.
- Фиг. 5. Ловчоррит. Вудъяврчорр. В поляризованном свете при скрещенных николях. Увел. 25 раз.
- Фиг. 6. Ловчоррит без каких-либо других минералов. Вудъяврчорр. В поляризованном свете при скрещенных николях. Увел. 25 раз. Шлиф 116.
- Фиг. 7. То же, отсюда же. В поляризованном свете при скрещенных николях. Увел. 25 раз. Шлиф 117.
- Фиг. 8. Гавнитоподобный минерал (кальциевый ринкит). Гора Юкспор. Продольное сечение кристалликов агрегата. Поляризованный свет. Николи скрещены. Увел. 25 раз. Шлиф 126.
- Фиг. 9. То же. Шлиф 126. Другое место шлифа. Николи скрещены.
- Фиг. 10. То же. Юкспор. Продольное сечение кристаллов. В средней части снимка видна линзочка апатита с вросшим в нее кристалликом «гавнита». Поляризов. свет. Николи скрещены. Увел. 25 раз. Шлиф 124.
- Фиг. 11. Другое место шлифа 124. Николи скрещены. Апатита нет.
- Фиг. 12. То же, поперечное сечение агрегата. Шлиф 125. Николи скрещены. Увел. 25 раз.
- Фиг. 13. Ловчоррит (в химическом отношении имеет особенности; анализирован И. В. Степановым в 1934 г.; анализ приведен под № 25 в работе И. Д. Старынкевич-Борнеман). Фотографировано в обыкновенном свете. Видны включенные сфен и (более темный на фотографии) эгирин, в которых в свою очередь содержатся кристаллики ловчоррита. Шлиф 211. Увел. 25 раз.
- Фиг. 14. Пектолит. Долина Лопарская. Видны включения флюорита. Шлиф 76. Обыкновенный свет. Увел. 25 раз.
- Фиг. 15. То же, другое место шлифа 76.
- Фиг. 16. То же, шлиф 76 а. Кроме флюорита виден эгирин.
- Примечание. Микрофотографии выполнены И. В. Певцовым (Кировск).



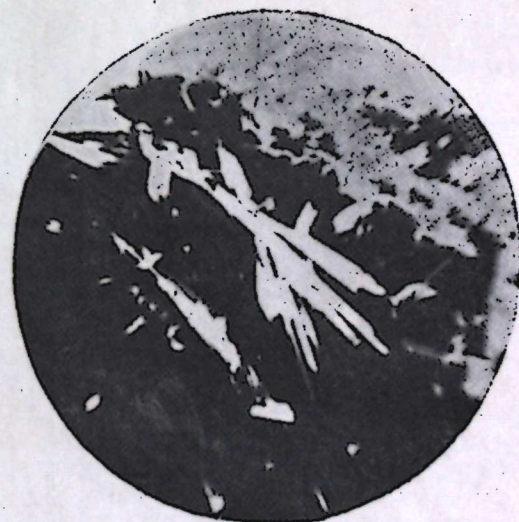
Фиг. 1.



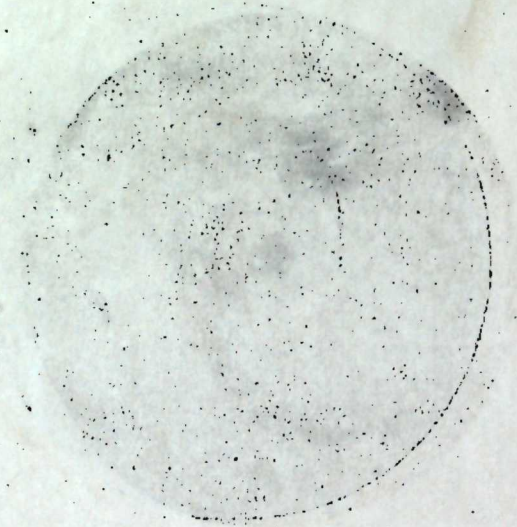
Фиг. 2.



Фиг. 3.



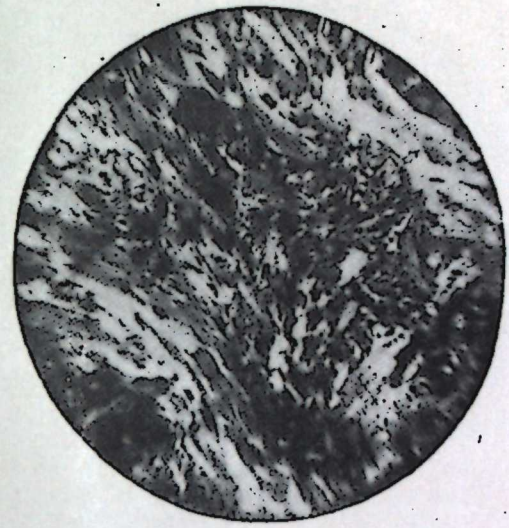
Фиг. 4.



Фиг. 5.



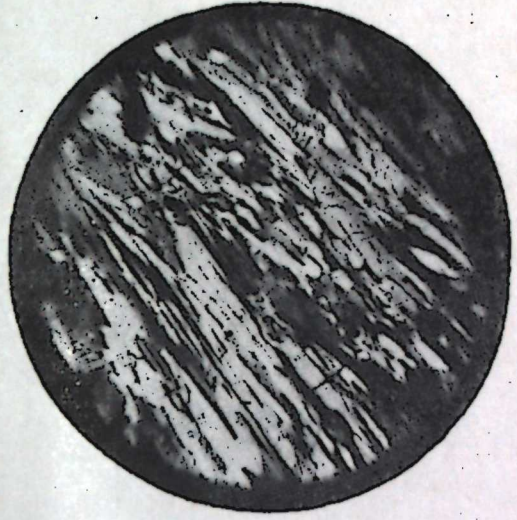
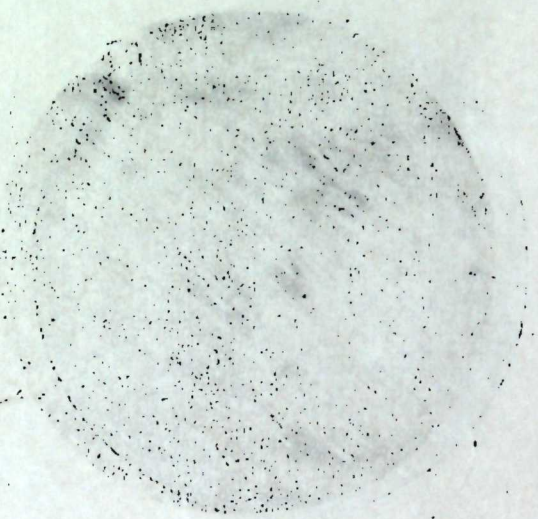
Фиг. 6.



Фиг. 7.



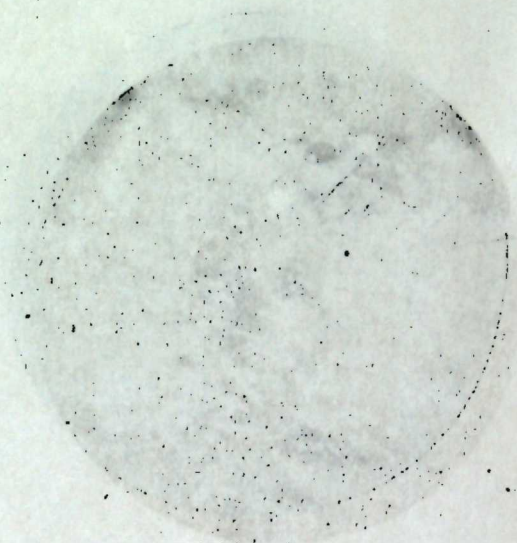
Фиг. 8.



Фиг. 9.



Фиг. 10.



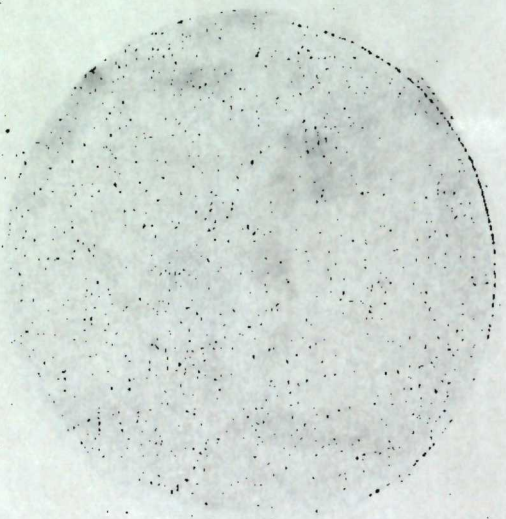
81



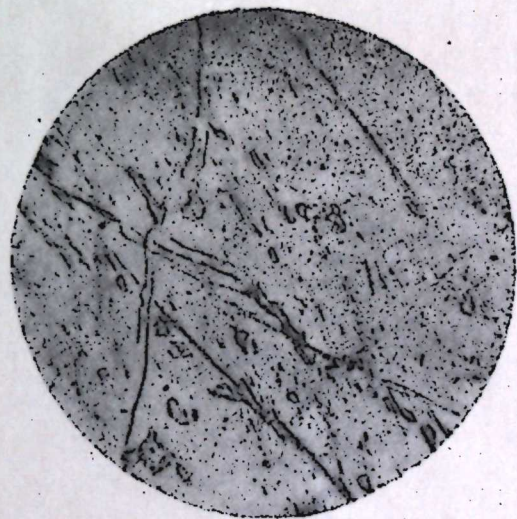
Фиг. 11.



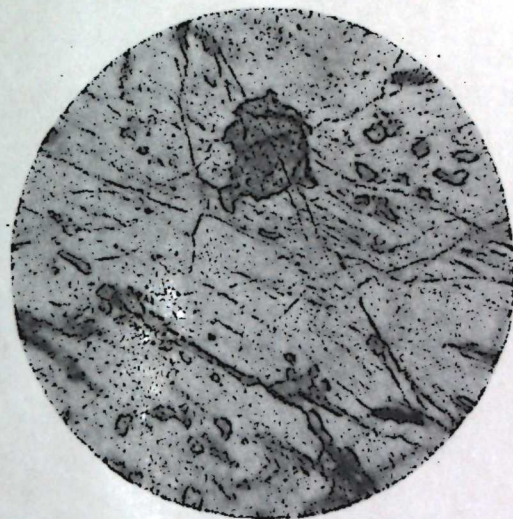
Фиг. 12.



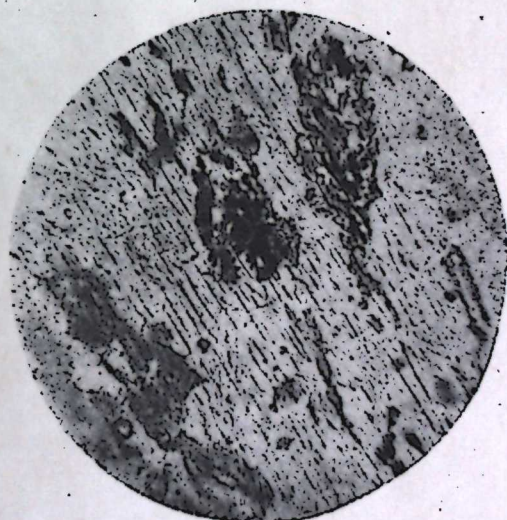
Фиг. 13.



Фиг. 14.



Фиг. 15.



Фиг. 16.