

А К А Д Е М И Я Н А У К С О Ю З А С С Р

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫП. 18. МНН.-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 5)

В. И. ГЕРАСИМОВСКИЙ

ПЕГМАТИТЫ ЛОВОЗЕРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

В. И. ГЕРАСИМОВСКИЙ

ПЕРМАТИТЫ ЛОВОЗЕРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА

I. ВВЕДЕНИЕ

Ловозерский щелочной массив расположен в центральной части Кольского полуострова, между $67^{\circ}45'$ и $67^{\circ}55'$ северной широты, $34^{\circ}20'$ и $35^{\circ}0'$ восточной долготы (от Гринича), занимает площадь в 650 км^2 и является одним из величайших щелочных массивов мира.

В морфологическом отношении Ловозерский массив представляет собой платообразную возвышенность, рассеченную долинами мелких рек на отдельные, обычно платообразные вершины, возвышающиеся на $500\text{—}1000 \text{ м}$ над окружающей местностью. Наибольшие высоты массива 1126 м (г. Сенчисорр, Кедыкверпахк и Ангвундасорр). С запада и востока массив омывается большими озерами, вытянутыми в меридиональном направлении; с востока озером Луявр (Ловозеро), а с запада озером Умпъявр (Умбозеро). К западу от Умбозера расположен другой, более известный щелочной массив — Хибинь. С севера и юга Ловозерский щелочной массив окружен болотистыми низменностями, среди которых многочисленные озера и болота перемежаются невысокими лесистыми холмами, высотой $20\text{—}100 \text{ м}$.

Первыми исследователями Ловозерского щелочного массива были ученые: геолог Рамзай (W. Ramsay) и петрограф Гакман (V. Haskman), которые в конце прошлого столетия (1887—1892 гг.) совместно с топографом Петрелиусом впервые посетили Хибинский и Ловозерский щелочные массивы и дали первые сведения по геологии и петрографии этих массивов (Ramsay W., 1890; Ramsay W. u. Haskman V., 1894; Ramsay W., 1897—1898).

В дальнейшем изучение Ловозерского щелочного массива было возобновлено в 1922—1923 г. группой работников Академии Наук, возглавляемой акад. А. Е. Ферсманом (сб. «Хибинские и Ловозерские тундры», 1928). Несистематическое изучение массива отдельными работниками Академии Наук продолжалось и позже (Н. Н. Гуткова, Е. Е. Костылева и В. В. Щербина).

Систематическое и детальное изучение Ловозерского щелочного массива началось в 1933 г. работниками Академии Наук и Союзредметразведки и продолжается по настоящее время.

Детальное изучение массива показало, что его минералы представляют собой особенно большой интерес. Среди них находится ряд минералов, неизвестных в других частях земного шара¹ (лампрофиллит, рамзаит, мурманит, лопарит, чингисунит и др.), или наблюдаемых исключительно редко (уссингит, пизолит, стенструпин, эрицит и др.). Много имеется минералов, содержащих в своем составе значительные количества редких земель, ниобия, титана, циркония и др., при этом некоторые минералы, как лопарит (около 39% TiO_2 и 32-33% окиси редких земель и 10-11% Nb_2O_5), эвдиалит

¹ Кроме Хибинских тундр.

(около 13% ZrO_2 и около 2% окиси редких земель) и др., находятся здесь в таком значительном количестве, что являются реальным источником сырья: ниобия, титана, редких земель и циркония.

Изучение минералов Ловозерского щелочного массива было поручено Ломоносовским институтом автору данной работы. В течение 1933—1936 гг. главное внимание было направлено на изучение минералов, наблюдаемых в пегматитах, поскольку в них минералы представлены полнее чем в породах, слагающих массив. В данной работе приведены результаты изучения ловозерских пегматитов.

II. ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ЛОВОЗЕРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА

(Составлен по литературным данным)

Вмещающими породами Ловозерского щелочного массива являются архейские гнейсы и эффузивно-осадочная толща девонского возраста.

Согласно данным Н. А. Елисеева, А. В. Ванидовской, С. Д. Покровского и др. (1937), эффузивно-осадочная толща девонского возраста представлена: слюдяными роговиками (измененные глинистые сланцы), ороговикопанними туфогенными сланцами, кварцитами, песчаниками, пикрит-порфири-

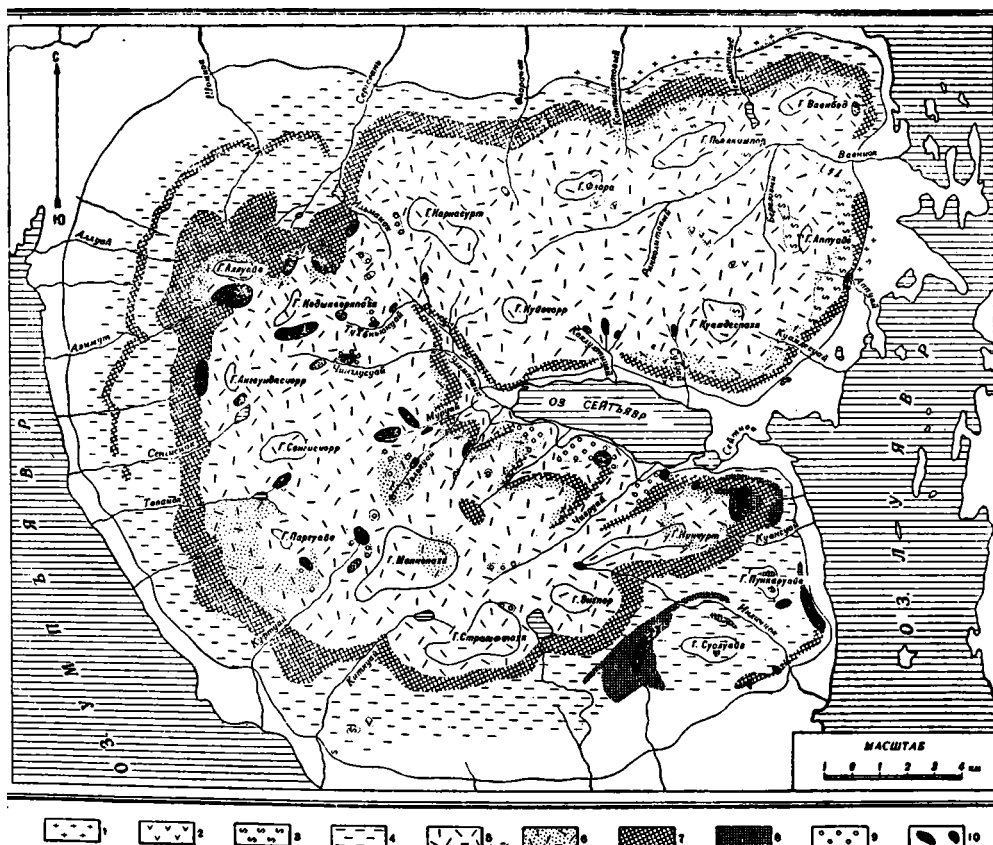


Рис. 1. Петрографическая карта Ловозерского щелочного массива (составленная О. А. Воробьевой в 1937 г.)

1 — Архейские гнейсы, гранито-гнейсы; амфиболиты; 2 — девонские осадочные породы: песчаники, кварциты, роговики; 3 — девонские эффузивные породы: авгит-порфиры, туфобрекчия и др.; 4 — эгириновые лувяриты (нормальные и лопаритовые); 5 — эгиринитовые (нормальные и меланократовые) лувяриты; 6 — жильные лувяриты; 7 — фойиты и уртиты (в комплексе с эгиринитами и лопаритовыми лувяритами); 8 — порфировидные (и пойкилитовые) нефелиновые сенииты; 9 — пойкилитовые нефелино-содаитовые сенииты и тавиты; 10 — районы распространения пегматитов (по В. И. Герасимовскому).

тами, авгитовыми порфиритами, диабазовыми порфиритами, лавовыми брекчиями и туфами.

Нахождение пород эффузивно-осадочного комплекса в южной и северной частях Ловозерского щелочного массива (на плато его отдельных вершин) в виде ксенолитов дает возможность предполагать, что эффузивно-осадочные породы когда-то являлись кровлей значительной части массива, а архейские породы — его постелью.

На основании выходов гнейсов по берегам Умбозера и нахождения остатков кровли в Ловозерском и Хибинском щелочных массивах Б. М. Куплетский (1936) считает их самостоятельными интрузивными телами, вероятно, одновременного возраста, а не различными частями одной и той же интрузии, как это предполагал Рамзай.

Ловозерский щелочной массив сложен породами из группы нефелиновых сиенитов: нормальными и эвдиалитовыми луявритами и их разновидностями и, в меньшей степени, фойяитом, уртитом, равномернозернистым и порфировидным нефелиновыми сиенитами, пойкилитовым нефелиновым сиенитом, нефелино-содалитовым сиенитом, тавитом и др. (рис. 1).

Площадное распространение пород в Ловозерских тундрах, по данным О. А. Воробьевой (1937), следующее:

Нормальный луяврит и его разновидности	42.7%
Эвдиалитовый луяврит и его разновидности	49.1
Уртит и фойяит	6.4
Порфировидный нефелиновый сиенит и пойкилитовый нефелино-содалитовый сиенит и др.	1.8

В отношении последовательности образования пород, слагающих щелочной массив, нет единства во взглядах у лиц, занимающихся его изучением. Для подтверждения этого в табл. 1 (стр. 4) приведены стратиграфические схемы различных авторов.

Ниже приводится краткая характеристика щелочных пород, слагающих Ловозерский массив. Минералогический состав наиболее распространенных пород приведен в табл. 5, 7 и 8, а химический состав — в табл. 2 (стр. 5).

Н о р м а л ь н ы й л у я в р и т — темносерая и зеленовато-серая, крупно- и среднезернистая порода с хорошо выраженной кристаллизационной слоистостью. Минералогический состав его: К-Na-полевые шпаты (микроклин, пертит, альбит), нефелин, эгирин, реже — щелочная роговая обманка, а иногда эвдиалит, лампрофиллит и мурманит. В качестве аксессуарных минералов присутствуют апатит, сфен, лопарит и рамзаит. Из вторичных минералов встречаются канкринит и цеолиты.

Л о п а р и т о в ы й л у я в р и т — среднезернистая порода, темно-зеленого и темносерого цветов, с совершенной кристаллизационной слоистостью. По минералогическому составу он очень близок к нормальному луявриту, но отличается от него постоянным присутствием лопарита и более высоким содержанием эгирина.

Э в д и а л и т о в ы й л у я в р и т представляет собой серо-зеленую крупно- и среднезернистую породу, в которой среди табличек полевого шпата, тонких призмочек и иголочек эгирина в больших количествах встречается эвдиалит, реже лампрофиллит и иногда мурманит. В некоторых участках данной породы количество лампрофиллита сильно возрастает при одновременном уменьшении содержания эвдиалита.

Эвдиалитовые луявриты состоят из следующих минералов: микроклина, микроклин-пертита, альбита, нефелина, эвдиалита, эгирина и арфведсонита. Из аксессуарных минералов встречаются: лампрофиллит, мурманит, лопарит, сфен и др.

Ж и л ь н ы е л у я в р и т ы — плотные серовато-зеленые и зеленые породы, в которых нередко видны вкрапленники полевого шпата, эвдиалита, лампрофиллита, мурманита и других минералов. Они сложены: К-Na-полевым шпатом, альбитом, нефелином, эгирином и эвдиалитом. В ка-

Стратиграфические схемы последовательности фаз и интрузий
(Заемствовано из работы Воробьевой О. А., 1937)

Воробьевой О. А. (1935—1936 гг.)		Хазановича К. К. (1936 г.)		Работников Союзгео- метразведки, кон- сультируемых Ели- сеевым Н. А. *	
IV	Щелочные базальты, мончикиты и другие молодые жильные породы	VIII	Лампрофиры		VI Жильные образо- вания
III	Тавиты	VII	Тавиты	Жиль- ные по- роды	V Порфировидные луавриты
	1-а. Пойкилитовые и равномернозернистые нефелино-содалитовые породы	VI	Эгирино-мурманитовые луавриты		IV Меланократовые эвдиалитовые луавриты
	1. Уртиты, фойяит-апатиты	V	Луаврит-порфи- риты		III Среднезернистые эвдиалитовые луавриты
	Фойяиты (дитроиты)				
II	Равномернозернистые и порфировидные эги- риновые (слюдяные) нефелиновые сиени- ты	IV	Уртиты		II Нормальные лу- авриты Фойяиты Уртиты
		III	Фойяиты		
I	1-а. Комплекс эвдиалитовых луавритов и их жильные по- роды (верхняя часть массива)	II	Комплекс эвдиалитовых луавритов	Гипабиссальные породы	I Порфировидные и равномернозернистые нефелиновые сиени- ты. Пойкилитовые нефелино-содалитовые сиени- ты. Тавиты.
	1. Нормальные луавриты (нижняя часть массива)	I	Нормальные луавриты	Абиссальные породы	

* Схема не опубликована, взята О. А. Воробьевой из рукописных материалов (Отчеты С. Д. Покровского, И. В. Зеленкова и др. по геологической съемке Ловозерского массива летом 1935 г.).

честве второстепенных минералов присутствуют содалит, лампрофиллит, мурманит, арфведсонит и апатит.

Ф о й я и т — светлосерая, крупнозернистая порода, в которой обычно отсутствует кристаллизационная слоистость.

Минералогический состав фойяита сильно колеблется по содержанию цветных и бесцветных минералов. Он сложен следующими минералами: К-На-полевым шпатом, альбитом, нефелином, арфведсонитом, эгирином, мурманитом, эвдиалитом и часто содалитом. Из второстепенных минералов встречаются лампрофиллит, лопарит, сфен, ильменит, канкринит и цеолиты.

У р т и т — светлосерая, среднезернистая порода, почти нацело состоящая из нефелина (около 85—95%). В незначительном количестве встречаются мурманит, эвдиалит, апатит, эгирин, К-На-полевой шпат, альбит, арфведсонит и цеолиты.

**Равномернозернистые и порфировидные нефелиновые сиени-
ты** макроскопически представляют собой серые (в свежем состоянии) или розовато-серые (при шпреуштейнизации нефелина) породы. Они состоят из следующих минералов: микроклиноптерита,

Химические анализы горных пород Ловозерского щелочного массива

Окислы	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
SiO ₂ . . .	54.85	55.36	54.65	50.06	43.76	43.68	53.02	57.60	50.31	47.57
TiO ₂ . . .	1.44	3.38 ²	0.41	0.86	0.28	0.19	1.85	0.80	—	0.44
Al ₂ O ₃ . . .	18.33	15.78	17.41	25.67	27.50	28.23	19.66	19.21	21.21	21.90
Fe ₂ O ₃ . . .	6.96	5.64	6.64	2.88	3.04	2.70	3.40	3.98	4.72	5.18
FeO . . .		—	0.76	0.70	0.57	0.28	1.58	1.33	0.47	0.85
MnO . . .	0.89	0.22	0.56	0.13	0.12	0.07	0.21	0.45	0.62	0.38
MgO . . .	1.06	0.98	следы	0.20	0.14	0.18	1.13	1.06	0.35	0.34
CaO . . .	1.32	2.26	1.10	1.25	2.06	2.80	1.76	0.88	1.55	0.66
BaO . . .	—	—	—	нет	—	—	0.12	—	—	—
Na ₂ O . . .	11.43	9.48	9.14	11.63	14.49	15.10	9.56	6.34	7.59	12.78
K ₂ O . . .	3.16	6.03	6.56	4.54	3.02	3.34	6.14	7.34	6.64	5.58
H ₂ O ^{+110°} . . .	1.06 ¹	0.78	2.48	1.40	2.50	0.79	0.60 ¹	0.56 ¹	6.33	0.11
H ₂ O ^{-110°} . . .				0.12	0.78	0.12	0.40			
S . . .	—	—	—	0.22	—	0.06	—	0.15	—	1.01
Cl . . .	—	—	—	следы	0.03	0.07	—	—	0.07	2.69
F . . .	—	—	—	—	—	0.04	—	—	—	—
P ₂ O ₅ . . .	—	—	—	0.55	1.56	1.78	0.63	0.18	0.67	—
Сумма . .	100.50	99.94	99.71	100.21	99.85	99.43	100.06	99.88	100.53	100.00
Коэфф. аглитности . . .	1.21	1.40	1.26	0.93	0.98	1.28	1.13	0.95	0.92	1.23

1. Луаврит, г. Ангвундасчорр. Анализ Berghell (Ramsay W. 1897—1898)

2. Эвдиалитовый луаврит, г. Пункаруайв. Анализ Н. И. Колендзян.

3. Жильный луаврит, г. Маннепахк. Анализ С. Г. Цейтлин.

4. Фойяит, г. Пункаруайв. Анализ В. А. Молевой.

5. Уртит, г. Нинчурт. Анализ В. А. Молевой.

6. Уртит, г. Нинчурт. Анализ М. Стуколовой.

7. Порфиroidный нефелиновый сиенит, г. Нинчурт. Анализ В. А. Молевой.

8. Пойкилитовый нефелиновый сиенит.

9. Пойкилитовый нефелиновый сиенит.

10. Содалитовый сиенит, долина р. Чинглусуай. Анализ С. Г. Цейтлин.

Все анализы, за исключением № 1, заимствованы из работ О. А. Воробьевой, 1937.

альбита, нефелина и эгирина. Второстепенные минералы: слюда, сфен, ильменит, апатит, роговая обманка, лопарит, молибденит и канкринит.

Пойкилитовый нефелиновый сиенит — крупно- и среднезернистая порода, от темносерого до розовато-серого цвета. Состоит из полевого шпата, нефелина и эгирина. Второстепенные минералы: ильменит, сфен, апатит, сульфиды, слюда, редко — содалит и цеолиты.

Пойкилитовый содалитонефелиновый сиенит состоит из крупных табличек полевого шпата, нефелина, минерала содалитовой группы и эгирина. Второстепенные минералы: лопарит, эвдиалит, лампрофиллит, сфен, сульфиды, апатит, флюорит и канкринит.

Содалитовый сиенит — порода светлосерого цвета, сложная содалитом, полевым шпатом, нефелином и эгирином. Второстепенные — мурманит, лампрофиллит, эвдиалит, иногда лопарит, рамзаит, цеолиты и др.

Тациты представляют собой крупно- и среднезернистые породы, состоящие преимущественно из содалита и эгирина. В незначительном количестве встречаются нефелин, альбит, микроклин, эвдиалит, мурманит, лампрофиллит, арфведсонит, сфен, канкринит, рамзаит и др.

¹ Потеря при прокаливании.

² TiO₂+ZrO₂

III. ПЕГМАТИТЫ

Вышеприведенные химические анализы главных горных пород, составляющих Ловозерский щелочной массив, показывают пониженное содержание в них SiO_2 (по сравнению с породами кислой магмы), CaO и MgO (по сравнению с породами основной магмы) и повышенное содержание щелочей. Породы, кроме того, характеризуются значительным преобладанием щелочей над глиноземом: отношение числа молекул $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ к числу молекул Al_2O_3 у большинства пород больше 1.1 и достигает почти 1.4 (эвдиалитовый лувэрит), а поэтому к ним вполне применимо название N.V. Ussing (1912): агпаитовые породы. В последних А. Е. Ферсман подметил порядок последовательности кристаллизации, не следующий правилу Розенбуша (вначале цветные компоненты и руды), а обратный ему (вначале кристаллизуются бесцветные компоненты: нефелин, содалит и др., а позднее цветные минералы). Причину обратной последовательности кристаллизации, согласно А. Е. Ферсману (Fersmann A., 1929; Ферсман А. Е., 1936 и 1937), необходимо искать в избытке щелочей, который ведет к образованию из части катионов (Ti , Zr , Fe и др.) комплексов анионов, входящих в состав эгирина, арфведсонита, эвдиалита, рамзаита, лампрофиллита, мурманита и других, кристаллизующихся в конце магматического процесса после выпадения бесцветных минералов: полевого шпата, нефелина и содалита. Такой обратный ход последовательности кристаллизации должен был привести к образованию пегматитовых выделений меланократового облика.

В Ловозерском щелочном массиве на ряду с меланократовыми пегматитами наблюдаются и лейкократовые. Причину этого явления, вероятно, необходимо искать в том, что на ряду с породами, имеющими высокий коэффициент агпаитности (1.2—1.4), встречаются породы и с низким коэффициентом (0.92—0.98), приближающимся к миаскитовому типу, для которого $\frac{\text{K} + \text{Na}}{\text{Al}} = 1$. В нефелино-сиенитовых породах миаскитового типа кристаллизация минералов идет по схеме Розенбуша, только менее отчетливо выраженной.

Под термином пегматит автор для Ловозерского щелочного массива ниже подразумевает ассоциацию минералов, образующуюся, в результате охлаждения остаточного расплава нефелино-сиенитовой магмы, в пустотах или протектонических трещинах, возникших в породах массива благодаря охлаждению последнего. Эта ассоциация минералов характеризуется:

1) значительной величиной кристаллических индивидуумов (обычно от 1 до 10—20 см);

2) одновременностью кристаллизации большинства минералов, создающей типичную пегматоидную структуру;

3) нахождением ряда минералов: а) образующихся при участии минерализаторов и б) накапливающихся в своем составе рассеянные элементы остаточного расплава.

Пегматитовые выделения данного массива имеют обычно неодинаковый минералогический состав в различных участках одного и того же пегматита. Пустоты и полости в пегматитах, — где могли бы свободно образовываться крупные и хорошо образованные кристаллы, — не наблюдаются.

Морфологически пегматитовые выделения можно подразделить на два типа.

Первый тип — жилы и прожилки, приуроченные к трещинам охлаждения (протектоническим трещинам). Они наблюдаются или в виде пластовых жил и прожилков, совпадающих с горизонтальной отдельностью пород (с углом падения от 0 до 25°), или в виде секущих жил, которые преимущественно имеют направление, близкое к меридиональному или широтному, и угол падения около 80 — 90° .

Размер пластовых жил и прожилков различен. Их мощность обычно колеблется от 1 см до 1 м при видимой длине от 1 до 10—15 метров. Наиболее

крупные пластовые жилы имеют следующие размеры: 50 м видимой длины и 1.2 м мощности или 200 м видимой длины и 0.75 м мощности.

Размер секущих жил также различен: начиная от 0.2 см до 30 см, редко более (в раздувах), при видимой длине от 1 до 50 м. Иногда наблюдаются секущие жилы и более крупных размеров, а именно: 20 м видимой длины и 2 м мощности или 60 м видимой длины и 1.5 м мощности.

Второй тип — тела, напоминающие собою внешне гнезда и шпирь неправильной формы, а иногда и линзы, называемые в дальнейшем «шпировидными» образованиями (выделениями). Они часто имеют очень причудливые очертания и нередко бывают вытянуты в одном направлении (см. рис. 2).

Шпировидные образования приурочены или к трещинам охлаждения (и тогда обычно сплюснуты в направлении, перпендикулярном к простиранию трещины), или же к пустотам, которые образуются внутри горных пород при охлаждении массива.

Величина шпировых выделений колеблется от нескольких сантиметров до 1—2 м², а иногда доходит до 100 м² по площади, при видимой мощности до 1 м и более. Шпировидные выделения преобладают в количественном отношении над жилами и прожилками.

Пегматиты Ловозерского щелочного массива довольно разнообразны не только по форме и величине, но также и по минералогическому составу.

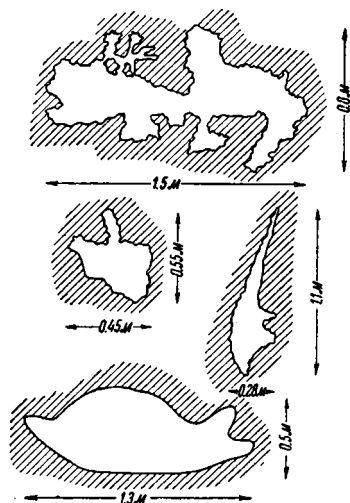


Рис. 2. Форма пегматитовых выделений.

Типы пегматитов

Пегматиты, наблюдаемые в Ловозерском щелочном массиве, привлекали к себе внимание почти всех, кто занимался его изучением. При этом каждый стремился разделить наблюдаемые здесь многочисленные пегматитовые образования по минералогическому составу на определенные группы (типы) (табл. 3).

Однако вышеприведенные схемы разделения пегматитов Ловозерских тундр на типы (кроме последней) не могут считаться удовлетворительными по двум причинам. Часть схем (В. В. Щербины и В. И. Герасимовского) охватывает пегматитовые образования, наблюдаемые только в одном из участков Ловозерских тундр, в других же схемах — некоторые типы пегматитов (нептунитовый, лампрофиллит-мурманитовый, эгирино-натролитовый и др.) были установлены на материале, наблюдаемом лишь в россыпи, что является, несомненно, ошибочным, потому что нередко в пегматитах наблюдается неравномерное распределение минералов, и отдельные участки одного и того же пегматита, если он найден только в россыпи, можно отнести к различным типам пегматитов.

На основании своих 4-летних (1933—1936 гг.) полевых наблюдений автор (учитывая и данные, полученные предыдущими исследователями) делит пегматитовые выделения Ловозерского щелочного массива по минералогическому составу на 8 типов, приведенных в табл. 4. При этом необходимо отметить, что пегматитовые выделения различных типов по форме и размерам, по соотношению с боковыми породами, по абсолютной величине минералов, их слагающих, а также и по структурным особенностям, обычно мало отличаются друг от друга.

Микроклиновыи тип с эвдиалитом и эгирином. К данному типу принадлежит главная масса пегматитов Ловозерского щелочного массива. Форма пегматитовых образований этого типа: жилы и шпирь

Типы пегматитовых образований, наблюдаемые в Ловозерских тундрах

Ловозерские тундры (в целом) [Э. М. Бонштедт, Е. Е. Костылева, А. Н. Лабунцов и Нс. Н. Гуткова (кб. «Хибинские и Ловозерские тундры»)]	Ю.-з. часть Ловозерских тундр (В. В. Щербина, 1933)	Ю.-в. часть Ловозерских тундр (В. И. Герасимовский, 1936)	Ловозерские тундры (в целом) (Е. Е. Костылева, 1937)	Ловозерские тундры (в целом) (В. И. Герасимовский, 1938)
Эгирино-полевошпатовый с рамзаитом и эвдиалитом	Эгирино-полевошпатовый с рамзаитом и эвдиалитом	Полевошпато-эвдиалито-эгириновый	Эгирино-микроклиновый	Микроклиновый с эгирином и эвдиалитом
Лампрофиллит - мурманитовый	Лампрофиллит - мурманитовый		Лампрофиллит - мурманитовый	Лампрофиллит-эвдиалитовый с рамзаитом и мурманитом
Шизолито - уссингитовый		Уссингитовый	Содалито-уссингитовый	Содалито - уссингитовый
		Альбитовый	Альбитовый	Альбитовый
		Полевошпатовый с ильменитом и сфеном	Ильменито-ортотлазовый	Ортотлазовый с ильменитом и сфеном
				Полевошпатовый с эвдиалитом и сфеном
				Микроклиновый с лампрофиллитом
				Цеолитный
	Эгирино-эвдиалитовый			Эти типы включены автором в микроклиновый тип с эгирином и эвдиалитом.
	Эгирино-полевошпатовый	Полевошпато-во-эгириновыв		
			Эвдиалито-рамзаитовый	
	Энигматито-полевошпатовый			
Анальцитом (содалито) - эгириновый с нептунитом			Нептунитовый	
Эгирино-натролитовый				

Типы пегматитовых образований Ловозерского щелочного массива

Типы пегматитов	Главные минералы пегматитов	Второстепенные минералы, характерные для различных типов пегматитов
1. Микролиновый с эгирином и эвдиалитом	Микроклин, эвдиалит и эгирин	Содалит
2. Микроклиновый с лампрофиллитом	Микроклин, иногда лампрофиллит	
3. Лампрофиллитово-эвдиалитовый с рамзаитом и мурманитом	Лампрофиллит, эвдиалит и содалит	Рамзаит и мурманит
4. Полевошпатовый с эвдиалитом и сфеном	К-Na-полевой шпат	Эвдиалит и сфен
5. Ортоклазовый с ильменитом и сфеном	Ортоклаз	Ильменит и сфен
6. Альбитовый	Альбит	Эвдиалит, рамзаит и др.
7. Содалито-уссингитовый	Уссингит	Содалит, цеолиты и др.
8. Цеолитный	Цеолиты	

ровидные тела. Первые встречены в коренном залегании в 56 точках и представляют собою пластовые (34 месторождения) и секущие (22 месторождения) жилы. Последние за небольшим исключением имеют угол падения около $80-90^\circ$ и простирание близкое к меридиональному или широтному, редко $50-60^\circ$ или 320° . Угол падения пластовых жил около $20-25^\circ$, а азимут падения самый разнообразный.

Пластовые жилы по сравнению с секущими имеют большие размеры как по мощности (от 5 см до 1 м), так и по видимой длине (обычно от 1—2 до 50 м). Наиболее крупные пластовые жилы имеют следующие размеры: 1) 50 м видимая длина и 1.2 м мощность, 2) 150 м длина и до 30 см мощность и 3) 200 м длина и около 75 см мощность.

Мощность секущих жил колеблется от 0.5 до 30 см, редко более (в раздувах), при видимой длине от 1 до 50 м. Встречены две секущие пегматитовые жилы и более крупных размеров: 1) 20 м видимая длина и 2 м мощность и 75 см видимая длина и 1.5 м мощность.

Шлировидные образования очень разнообразны по форме и нередко имеют самые причудливые очертания (рис. 2). Величина их обычно небольшая — от нескольких сантиметров до 1 м в диаметре, редко более (до 3×4 м по площади). Большинство шлировых выделений приурочено к трещинам отдельностей (главным образом — к пластовой), причем многие из них сплюснуты в направлении, перпендикулярном к простиранию трещин.

Пегматитовые выделения данного типа наблюдаются почти во всех породах, слагающих Ловозерский щелочной массив (за исключением пойкилитового нефелинового сиенита), но главная масса их приурочена к эвдиалитовому луявриту (35 коренных месторождений), фойяиту (31) и к нормальному и игольчатым разностям луяврита (21) и лишь частично к равномерно-зернистому и порфировидному нефелиновым сиенитам (12), содалито-нефелиновому сиениту (7), жильному луявриту (4) и др.

Контакт пегматитовых выделений с вмещающими породами большей частью отчетливый (42 случая из 76 наблюдаемых); реже расплывчатый (24 случая) или (в 10) неодинаковый на протяжении пегматита — местами отчетливый, местами же нет. Отчетливые контакты наблюдаются главным

образом у жил — как секущих, так и пластовых, — тогда как шпировидные образования дают обычно расплывчатые контакты.

Контуры пегматитовых образований с вмещающими породами обычно неровные, а иногда и извилистые, в особенности у шпиров.

Иногда на контакте пегматитовых выделений наблюдаются экзо- и эндо-контактные изменения. Они выражаются в том, что

1) порода у контакта в прослое мощностью 1—2 см обогащается эгирином или эвдиалитом, или и тем и другим вместе, или же лампрофиллитом; наконец, лампрофиллитом и эвдиалитом и очень редко лопаритом;

2) пегматит в контакте обогащается эвдиалитом или нефелином, а иногда и лопаритом;

3) на контакте породы и пегматита иногда появляется прослой мощностью 1—4 см, состоящий из эгирина или из эвдиалита, или лопарита, но в последнем случае меньшей мощности (несколько миллиметров);

4) минералы, слагающие пегматит, вблизи контакта имеют меньшие размеры, чем минералы, находящиеся внутри пегматита.

Пегматитовые выделения микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином в основном сложены крупными выделениями микроклина (до $50 \times 10 \times 4$ см), эвдиалита (до 3—5 см) и эгирина, а иногда и арфведсонита (до $20 \times 5 \times 1.5$ см). Эгирин представлен двумя разновидностями: эгирином I в игольчатых и тонкопризматических выделениях и эгирином II в игольчатых и тонковолокнистых выделениях, которые нередко образуют большие скопления в форме стяжений («эгириновые солнца»), диаметром от 1 до 30 см, или же выполняют промежутки между другими минералами, ранее его выделившимися. Второстепенные минералы: нефелин, содалит, арфведсонит, рамзаит, лампрофиллит, мурманит, энигматит и цеолиты. Кроме вышеотмеченных минералов, редко и обычно в незначительном количестве встречаются нептунит, элатолит, лопарит, уссингит, и единично наблюдались — шизолит, сфалерит и молибденит.

Количественные взаимоотношения между минералами в пегматитах данного типа очень разнообразны (табл. 5). Они обогащаются то одним, то

другим минералом, давая целый ряд подтипов, в зависимости от преобладания 1) микроклина, 2) микроклина и эгирина, 3) микроклина и эвдиалита, 4) микроклина и рамзаита, 6) эгирина и эвдиалита, 7) эвдиалита и энигматита, 8) эвдиалита.

Однако совместное нахождение всех этих разновидностей на одном и том же участке и в одной и той же породе, так же как и целая серия промежуточных переходов между ними, позволяет считать их представителями одного и того же микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином, не вводя в него дальнейших подразделений на подтипы и разновидности. Количественно-минералогический состав микро-

Типы пегматитов	Фазы (по Фелдшперу)									
	Микроклино-вый	Эгирин	Эвдиалит	Лампрофиллит	Мурманит	Энигматит	Цеолиты	Нефтунит	Элатолит	Лопарит
1 Микроклино-вый с эгирином и эвдиалитом										
2 Промежуточный с микроклином и эвдиалитом										
3 Микроклино-вый с лампрофиллитом										
4 Полевцо-патитовый с эвдиалитом и энигматитом										
5 Лампрофиллит-эвдиалитовый с рамзаитом и мурманитом										
6 Содалит-уссингитовый										
7 Альбитовый										
8 Цеолитный										

Рис. 3. Схема последовательности выделения пегматитовых образований Ловозерского щелочного массива.

клинового типа с эвдиалитом и эгирином см. в табл. 5. В ней для сравнения приведен и количественно-минералогический состав тех пород, к которым главным образом приурочены пегматиты этого типа.

Из просмотра табл. 5 видно, что пегматиты и вмещающие их породы сложены одними и теми же минералами, причем количественные соотношения последних в породах иные, чем в пегматитах, и более постоянные.

Количественно-минералогический состав пегматитов микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином и вмещающих пород (в %)

Пегматит		Вмещающие породы					
Название минералов	Микроклиновый пегматит с эвдиалитом и эгирином	Эвдиалитовый лувэрит		Нормальный лувэрит		Фойяит	
		По О. А. Воробьевой (1937)	По А. С. Сахарову	По О. А. Воробьевой (1937)	По А. С. Сахарову	По О. А. Воробьевой (1937)	По А. С. Сахарову
К-На-полевошпат	0—95, обычно 50—90	42	30—40	45	40—50	50	50—80
Альбит	< 1						
Нефелин	0—20	21 ³	10—30 ³	22	20—40	24	10—40 ³
Содалит	0—2	—	—	—		2.3	
Эгирин-авгит	—	—	—	27	10—20	10	5—15
Эгирин	1—75, обычно 5—90	19	10—30				
Щелочная роговая обманка	0—25 ¹		3	0—20 един.	4	един.	
Эвдиалит	0—90, обычно 1—45	11	5—30		1.3	5	един.
Лампрофиллит	0—5	7 ⁴	1—5	1.7 ⁴	—	4.7 ⁴	един.
Мурманит	0—2						
Рамзаит	0—30	—	—	—	—	—	—
Энигматит	0—40 ²	—	—	—	—	—	—
Астрофиллит	един.	—	—	—	—	—	—
Сфен	—	—	един.	—	един.	—	един.
Лопарит	0—1 ²	—	един.	—	един.	—	един.
Апатит	—	—	един.	един.	един.	един.	—
Нептунит	един.	—	—	—	—	—	—
Уссингит	един.	—	—	—	—	—	—
Цеолиты	0—5	—	—	един.	—	—	—
Сфалерит	един.	—	—	—	—	—	—
Молибденит	един.	—	—	—	—	—	—

В пегматитах, по сравнению с вмещающими их породами, происходит накопление микроклина, эвдиалита и частично титаносиликатов, — рамзаита, мурманита и лампрофиллита. Последние обычно встречаются в пегматитах, приуроченных в фойяиту и эвдиалитовому лувэриту (т.е. к породам, обычно содержащим вышеуказанные минералы).

Формирование пегматитов описываемого типа происходило в конце эпитаксиальной фазы и в течение пегматитовой (рис. 3).

Микроклиновый тип с лампрофиллитом. Пегматитовые выделения этого типа встречены только в одном участке Ловозерских тундр — на г. Маннепахк и ее отрогах, где они имеют довольно большое распространение, образуя жилы и шпировидные выделения.

Жилы приурочены к трещинам отдельности пластовым и секущим (с углом падения около 80—90°), главным образом широтного и меридионального направления. Мощность их колеблется от 0.5—до 2—3 см и очень редко — до 10 см при видимой длине до 5 м, редко больше.

Пегматитовые образования шпировидной формы имеют небольшие размеры — до 1 м в диаметре, редко больше (по площади), при мощности от нескольких до 10—20 см, редко больше.

¹ Арфведсонит. ² Очень редко. ³ Включая и цеолиты. ⁴ Включая сфен, лопарит и др.

Из-за малой мощности шлировых выделений и из-за небольшой длины жил часто бывает трудно решить, куда отнести то или иное пегматитовое образование по форме выделений.

Пегматиты данного типа приурочены главным образом к эвдиалитовому луавриту, иногда содержащему лампрофиллит (27 месторождений из 42 осматриваемых), и частично к жильному луавриту (8 месторождений), и только изредка они наблюдались среди переходной разности луаврит-фойяит, игольчатого луаврита и среди содалито-нефелинового сиенита.

Контуры пегматитовых выделений с вмещающими породами обычно неровные, а иногда и сильно извилистые. Контакты пегматитов данного типа с жильным луавритом отчетливые (в 7 случаях из 8 известных), в то время как контакты с эвдиалитовым луавритом часто расплывчатые, это, вероятно, можно объяснить тем, что пегматитовые выделения обязаны своим происхождением эвдиалитовому луавриту, а не жильной его разности (жильному луавриту).

В контактах иногда наблюдаются эндо- и экзоконтактные изменения. Они выражаются в том, что пегматит в контакте обогащается зернами эвдиалита или нефелина, или эгириза и лампрофиллита; или порода у контакта обогащается эгирином или лампрофиллитом, или эвдиалитом в прослое мощностью около 1 см.

Пегматитовые образования данного типа сложены главным образом микроклином; последний в виде лейст или таблитчатых выделений, величиною обычно 1—2 см, редко — 3 см и более. Второстепенные минералы — лампрофиллит (встречен в 42 месторождениях), эгирин I (в 34), нефелин (в 23), содалит (в 21), эвдиалит (в 18), рамзаит (в 14), арфведсонит (в 11), эгирин II (в 11), мурманит (в 5), шизолит (в 2) и нептунит (в 1).

Таблица 6

Количественно-минералогический состав пегматитов микроклинового типа с лампрофиллитом и вмещающих пород (в %)

Название минералов	Микроклиновый пегматит с лампрофиллитом	Эвдиалитовый луаврит		Жильный луаврит	
		По О. А. Воробьевой (1937)	По А. С. Сахарову	По О. А. Воробьевой (1937)	По А. С. Сахарову
Полевой шпат	40—55, обычно	42	30—40	11.1	10—40
Альбит	60—90 ¹				
Нефелин	единично	21	10—30	16.3	20—25
Содалит	0—20	—	—	26.5	—
Эгирин	0—60, обычно 1—15	—	—	2.3	—
Эгирин	1—30, обычно 1—25			28.7	
Эгирин-авгит	—	19	10—30	—	20—60
Щелочная роговая обманка	—			—	
Эвдиалит	0—20 ²	11	5—36	10.2	10—20
Рамзаит	0—2				
Лампрофиллит	0—60, обычно 1—25	7	1—5	0.8	един.
Мурманит	—				
Сфен	—	един.	един.	—	—
Ильменит	—	—	—	—	—
Апатит	—	—	един.	—	—
Лопарит	—	един.	един.	—	един.
Энигматит	—	—	—	—	—
Шизолит	единично	—	—	—	—
Нептунит	—	—	—	—	—
Цеолиты	0—3	—	—	0.5	—
Рудные	—	—	—	0.4	—

¹ Микроклин. ² Арфведсонит.

Сравнение количественно-минералогического состава микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином и вмещающих пород (табл. 6) показывает, что в пегматитах происходит накопление микроклина, лампрофиллита, а иногда и содалита. Эвдиалит в пегматитах этого типа находится в очень малых количествах, и то не всегда, хотя вмещающие породы его содержат. При этом в тех участках эвдиалитового луюврита, где появляется лампрофиллит, обычно наблюдается резкое уменьшение количества эвдиалита.

Образование пегматитовых выделений данного типа, вероятно, началось в конце эпимагматической фазы и закончилось в начале пегматоидной.

Л а м п р о ф и л л и т о - э в д и а л и т о в ы й т и п с р а м з а и т о м и м у р м а н и т о м. Пегматитовые выделения типа довольно многочисленны лишь в долине р. Чинглусуай, где они находятся не в коренном залегании, а среди осыпи содалитового сиенита. Эта осыпь имеет длину 200 м, ширину 150 м (вниз по склону) и состоит из огромных глыб содалитового сиенита величиною до 3—4 м в диаметре. Среди них изредка встречаются глыбы эвдиалитового и жильного луюврита. Размеры пегматитовых участков, сохранившиеся на отдельных глыбах, очень разнообразны: начиная от нескольких сантиметров до 1 м в диаметре по площади и редко больше (до 2×1.3 м), при видимой мощности от 1 до 10—20 см. Судя по сохранившимся остаткам, пегматиты представляли собою тонкие прожилки небольшой длины или шпировидные образования.

Здесь было осмотрено 23 пегматитовых образования, из них 18 приурочены к глыбам содалитового сиенита, 2 — к глыбам эвдиалитового луюврита, 2 — к жильному луювриту и 1 — к контакту жильного луюврита и фойяита.

Контакты пегматитовых образований с содалитовым сиенитом обычно извилистые и всегда расплывчатые (наблюдается постепенный переход от пегматита в породу через уменьшение крупности зерна), а с жильным и эвдиалитовым луювритами — отчетливые.

Главные минералы, слагающие сохранившиеся пегматитовые участки: содалит (в 21 пегматитовом образовании), эвдиалит (в 22), лампрофиллит (в 22), рамзаит (в 17), арфведсонит (в 14), мурманит (в 11), иногда эгирин I (в 18), микроклин (в 18), неизвестный минерал — щелочной фосфато-титано-силикат (в 7) и чинглусуит.

Второстепенные минералы: эгирин II, цеолиты, элатолит, нептунит, сфалерит, молибденит и уссингит. Все они, за исключением эгирина II и цеолитов, встречаются очень редко и в незначительном количестве.

Из просмотра табл. 7 видно, что минералогический состав пегматитов

Таблица 7

Количественно-минералогический состав пегматитов лампрофиллит-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом и вмещающей породы (в %)

Название минералов	Лампрофиллит-эвдиалитовый пегматит с рамзаитом и мурманитом	Содалитовый сиенит по О. А. Воробьевой и В. П. Еиноградовой
Микроклин . . .	от 0 до 40—50	46
Содалит	» 1 до 45	46.6
Нефелин	единично	4.6
Эгирин I	от 0 до 20—30	} 2.0
Эгирин II	» 0 » 10—20	
Арфведсонит . .	» 0 » 30—35	
Рамзаит	» 0 » 40—50	
Мурманит	» 0 » 20—30	
Лампрофиллит .	» 0 » 50—60	} 0.4
Эвдиалит	» 0 » 50—60	
Чинглусуит . . .	» 0 » 20—30	
Нептунит	единично	} 0.5
Уссингит	единично	
Цеолиты	< 1	
Сфалерит	единично	
Молибденит . . .	единично	
Лопарит	—	
Щелочной фосфато-титано-силикат	от 0 до 20—30	

и содалитового сиенита, за исключением некоторых акцессорных минералов, один и тот же. В пегматитах по сравнению с вмещающей породой (содалитовым сиенитом) происходит значительное накопление Ti (мурманит, рамзаит и лампрофиллит, чинггусунит), Zr (эвдиалит), Sr (лампрофиллит), Р (известный минерал — щелочной фосфато-титано-силикат), частично F (лампрофиллит и мурманит) и Nb (мурманит, рамзаит и др.) и большое уменьшение К (микроклин находится в малых количествах или отсутствует).

В других местах Ловозерских тундр выделения этого типа встречаются очень редко. В коренном залегании они известны в двух местах: в верховье долины р. Муруай и в среднем течении р. Тулбньонгай в форме шпиров, размером 60×10 и 110×28 см, приуроченных к содалитовому сиениту.

Пегматитовые выделения данного типа образовались, вероятно, в пегматитовую фазу и частично — в пегматоидную.

Полевощпатовый тип с эвдиалитом и сфеном. Пегматитовые образования данного типа немногочисленны. В коренном залегании они известны в верховье долины р. Суолуайв (3 месторождения) и на восточном склоне г. Нинчурт (6 месторождений), в россыпи — в верховье левого истока р. Коклухтиуай и других местах.

Пегматиты долины р. Суолуайв представляют собою выделения шпирообразной формы, длиной до 4 м и мощностью до 0,5 м. Их контакт с вмещающей породой (сфеновым ийолитом) отчетливый. В основном они сложены К-На-полевым шпатом (преимущественно микроклином). Второстепенные минералы — эвдиалит, сфен, флюорит, а иногда содержится в незначительном количестве лампрофиллит и апатит.

Пегматиты р. Коклухтиуай приурочены к эвдиалитовому луявриту и сложены К-На-полевым шпатом, эвдиалитом, эгирином I и II. Второстепенные минералы: шпреустейн, сфен, иногда лампрофиллит и апатит.

Минералогический состав пород, вмещающих эти пегматиты, различен и несколько отличается от состава пегматитов. Последние хотя и сложены не всегда одними и теми же минералами, но все же относятся к одному типу пегматитов, для которых общим является совместное нахождение эвдиалита и сфена. Эти два минерала в пегматитах других типов совместно не встречаются.

Для эвдиалита характерен парагенезис с микроклином, содалитом, лампрофиллитом, рамзаитом и др., для сфена — ортоклазом, ильменитом, апатитом и др. Причину совместного нахождения их в пегматитах описываемого типа, вероятно, необходимо искать в том, что эти пегматиты приурочены к местам, где наблюдается частая смена пород различного минералогического состава.

Пегматиты полевощпатового типа с эвдиалитом и сфеном характеризуются накоплением в них частично Zr (эвдиалит), Ti (сфен), Са (эвдиалит и сфен) и — в более поздние фазы — Р (apatит) и F (флюорит). Образование их, вероятно, происходило в основном в пегматитовую фазу.

Ортоклазовый тип с ильменитом и сфеном. Пегматитовые выделения данного типа довольно многочисленны — представлены 46 коренными месторождениями. Главная масса их встречена на г. Нинчурт и в каньоне р. Анкисуай. Форма пегматитовых образований — жилы и шпировидные выделения. Первые в количественном отношении преобладают над вторыми и представляют собой пластовые и секущие жилы. Секущие жилы за небольшим исключением почти вертикальные, с углом падения около $80-90^\circ$ и с простиранием трех направлений: меридионального, реже широтного и, наконец, от 120 до 150° . Мощность жил колеблется от нескольких миллиметров до 1 м, при видимой длине от 1 до 50 м.

Величина шпировых образований — от нескольких сантиметров в диаметре до 3 кв. м при небольшой обычно мощности, достигающей до 30 см, редко больше.

Пегматиты данного типа приурочены к пойкилитовому нефелиновому сиениту (23 месторождения из 46 осмотренных), равномернозернистому

и порфировидному нефелиновым сиенитам (14 месторождений) и, частично, к другим породам, залегающим, однако, в районе выходов пойкилитового нефелинового сиенита.

Контакты пегматитовых образований с вмещающими породами обычно отчетливые, а иногда и очень резкие. В некоторых случаях в пегматите вблизи контакта наблюдается уменьшение размеров минералов.

Пегматитовые образования полевошпатового типа с мангано-ильменитом и сфеном сложены крупными выделениями ортоклаза ($10 \times 5 \times 4$ см) со значительным содержанием нефелина, эгирина и арфведсопита. Второстепенные минералы: сфен, мангано-ильменит, апатит, цеолиты, очень редко и в незначительном количестве слюда из группы биотита, рамзаит, лампрофиллит и лопарит.

Мангано-ильменит и сфен являются очень характерными минералами пегматитов данного типа. Встречаются в незначительном количестве. Нередко их сопровождает апатит, который, однако, содержится в еще меньшем количестве. В одном участке средней долины р. Коклухтиуай в коренном залегании встречены две секущих жилы с апатитом: одна — видимой длины 12 м, другая — около 20 м, при мощности от 10 до 25 см. Первая сложена эгирином I и апатитом. Второстепенные минералы — мангано-ильменит, шпреуштейн и в незначительном количестве полевоый шпат и нефелин. Вторая жила сложена апатитом, мангано-ильменитом, K-Na-полевым шпатом и эгирином I, второстепенные — цеолиты.

Таблица 8

Количественно-минералогический состав пегматитов ортоклазового типа с ильменитом и сфеном и вмещающих пород (в %)

Название минералов	Ортоклазовый пегматит с ильменитом и сфеном	Пойкилитовый нефелиновый сиенит		Порфировидный нефелиновый сиенит. По А. С. Сахарову
		По О. А. Воробьевой (1937)	По А. С. Сахарову	
К-Na-Полевой шпат . .	45—85 ¹	до 60	60—70	70—80
Нефелин	10—25	30	20—30	} 5—10
Содалит	—	} 1—15	1—10	
Эгирин-авгит . .	—			
Эгирин	} 10—35, редко	един.	—	} 5—10
Арфведсонит . .				
Ильменит . . .	0—10,	един.	—	1—2
Сфен	един. до 35	един.	—	1—2
Апатит	0—3	един.	—	—
	един. иногда			
	до 40			
Слюда	един.	един.	—	—
Лопарит	—	—	—	—
Лампрофиллит .	един.	—	—	—
Рамзаит	един.	—	—	—
Цеолиты	0—1	един.	—	един.
Рудные минералы	—		един.	1—2

Просматривая таблицу количественно-минералогического состава пегматитов ортоклазового типа с ильменитом и сфеном и вмещающих пород (табл. 8), видно, что минералогический состав их, за исключением некоторых аксессуарных минералов, — один и тот же. В пегматитах происходит накопление (хотя и незначительное) минералов с высоким содержанием Ti (ильменит и сфен), Ca (сфен и апатит) и частично Mn (мангано-ильменит).

¹ Ортоклаз.

Образование пегматитовых выделений данного типа (за исключением, может быть, двух пегматитовых жил средней долины р. Коклухтиуйа) происходило, вероятно, в эпимагматический этап (в фазы В и С).

А л ь б и т о в ы й т и п. Пегматитовые образования альбитового типа представлены всего тремя коренными месторождениями. Одно из них (перемычка г. Пункаруайв) шпирообразной формы, величиною 22×17 м (по площади), залегает в мезократовом луюврите с эвдиалитом.

Второе — на восточном склоне г. Малый Пункаруайв в виде отдельных прожилков видимой длины 2—3 м и мощностью от 5 до 40 см наблюдается на протяжении 4 м в отвесной стенке высотой около 1.5 м, сложенной нормальным луювритом с редкими выделениями мурманита.

Третий пегматит (северо-западный склон г. Флоры) образует секущую жилу, мощностью около 25 м, при видимой длине 200 м, среди ксенолита, эффузивно-осадочной толщи девонского возраста.

Пегматитовые выделения альбитового типа сложены мелкозернистым альбитом (60—90%), содержат эгирин II (5—25%), эвдиалит (1—10%), микроклин (1—5%), арфведсонит (0—5%), мурманит (0—2%), иногда — нефелин, содалит, лампрофиллит и цеолиты (в количестве не свыше 1—2 %). В очень незначительном количестве изредка в месторождении перемычки г. Пункаруайв наблюдаются шизолит и нептунит.

В альбитовом месторождении перемычки г. Пункаруайв рамзаит, эвдиалит, арфведсонит и мурманит всегда содержат в себе большие количества мелких включений альбита (до 30—50%), как показывает просмотр различных ориентированных шлифов.

В альбитовом месторождении г. Флоры рамзаит и арфведсонит также содержат в себе большое количество мелких включений альбита, когда они непосредственно соприкасаются с альбитом.

Такое своеобразное нахождение альбита в других минералах пегматитов можно объяснить, вероятно, тем, что образование их происходило в две фазы. Первая фаза характеризовалась формированием пегматита, состоящего из микроклина, эвдиалита, рамзанита, арфведсонита, мурманита и других минералов, а вторая — привнесом альбита и его выделением, причем под влиянием альбитовых растворов минералы 1-й фазы в значительной своей части были замещены альбитом.

Образование собственно альбитовых месторождений происходило в пегматоидные и надкритические фазы и закончилось при сравнительно низкой температуре в начале гидротермального этапа. На это указывает детальное изучение альбитового месторождения восточного склона г. Малый Пункаруайв, в котором краевые части некоторых альбитовых прожилков сложены не альбитом, а цеолитами, причем альбит этого месторождения в главной своей массе не зернистый, а тонкопластинчатый.

В геохимическом отношении пегматитовые выделения альбитового типа характеризуются накоплением Na (альбит), Ti (рамзаит, мурманит и др.) и Zr (эвдиалит) и более высокой кислотностью, чем пегматиты других типов, наблюдаемые в Ловозерских тундрах.

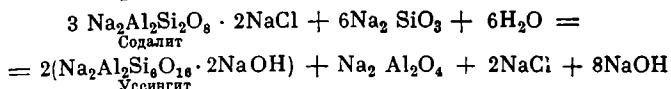
У с с и н г и т о в ы й т и п. Пегматитовые выделения уссингитового типа представлены только 6 коренными месторождениями, из которых 5 находятся на восточном склоне г. Малый Пункаруайв и одно — во 2-м цирке Раслака.

Четыре месторождения г. Пункаруайв представляют собой выделения шпировидной формы, величиною от 50 см до 1.6 м в диаметре, и залегают в среднезернистом фойяите с содалитом. Пятое месторождение уссингита в виде двух прожилков, мощностью в 30 и 50 см, сечет эвдиалитовый шпир, находящийся в обогащенном эгиринном фойяите с содалитом.

Месторождение 2-го цирка Раслака представлено секущей жилой, мощностью от 2 до 10 см, при видимой длине около 7 м, находящейся в равномернo-зернистом нефелиновом сиените.

Пегматитовые выделения данного типа в основном сложены уссингитом (70—90%) в виде сливной мелкозернистой массы, среди которой из второстепенных минералов находятся содалит, шизолит, мурманит, сфалерит, стенструпин, эрицит, нептунит и цеолиты (главным образом — натролит). Они, за исключением содалита (0—10%) и цеолитов (0—10%), встречаются в количестве не свыше 1—5%. Редко и в незначительном количестве (не свыше 1%) встречаются нефелин, микроклин, эгирин, эвдиалит, арфведсонит и галенит.

Образование уссингитовых месторождений происходило в два этапа. Вначале произошло формирование содалитового, может быть, нефелино-содалитового пегматита с шизолитом, стенструпином и другими минералами. Затем содалит под воздействием горячих водных растворов, вероятно, содержащих щелочь и кремнезем, в конце надкритической и в начале гидротермальной фаз перешел в уссингит и частично в натролит. Реакцию этого процесса можно изобразить следующим образом:



На щелочность среды при образовании уссингита указывает одновременное с ним выделение сфалерита, а иногда и галенита, для привноса и выделения которых необходима щелочная среда.

В геохимическом отношении пегматитовые выделения уссингитового типа характеризуются накоплением Na и Al (уссингит, содалит, натролит и др.), Mn (шизолит, стенструпин, нептунит и др.), частично S (содалит, сфалерит и галенит) и Th (стенструпин), а также большей ролью H₂O (стенструпин, эрицит, уссингит, цеолиты и др.).

Минералогический состав пегматитов содалито-уссингитового типа и вмещающей породы — фойяита с содалитом — хотя и различен, но все же имеются и общие минералы, указывающие на их связь. К ним в первую очередь относится содалит, который, по данным Воробьевой (1937), содержится в фойяите до 4.58%.

В фойяите на восточном склоне г. Малый Пупкаруайв, вблизи одного из уссингитовых месторождений, был встречен пегматит шпирообразной формы (диаметром около 1 м по площади), сложенный в основном нефелином и содалитом. Нахождение данного пегматита указывает, что образование содалитовых пегматитов было вполне вероятно. Поскольку в фойяите широко развиты постмагматические процессы, выражающиеся в альбитизации микроклина и цеолитизации нефелина и содалита, — естественно, что и содалитовые пегматиты в них находящиеся также были изменены. Изменение содалитовых пегматитов выразилось в замещении содалита уссингитом и частично цеолитами и, таким образом, в переходе их в уссингитовые месторождения.

Цео л и т н ы й т и п мало распространен. Коренные месторождения его представлены тонкими прожилками, мощностью от 1—2 мм до 2 см при видимой длине до 5 м. Они обычно приурочены к вертикальным трещинам отдельности луаврита и его разновидностей. Контакт прожилков с вмещающими породами отчетливый.

Прожилки состоят главным образом из мелкозернистого натролита и частично, может быть, других цеолитов. Второстепенные минералы обычно отсутствуют. Только в одном участке северо-восточного склона г. Нинчурт в цеолитных прожилках наблюдались в небольшом количестве пластинчатые выделения слюды из группы биотита, призматические выделения апатита светлозеленого цвета и зерна флюорита. Образование цеолитных прожилков относится к гидротермальному этапу (фазы Н—К). Постмагматические процессы щелочного массива, повидимому, вызвали разложение нефелина и содалита, продукты распада частично переносились горячими водными растворами и при охлаждении отлагались в трещинах горных пород, образуя эти цеолитные прожилки.

Из приведенного выше сравнения количественно-минералогического состава отдельных типов пегматитов с вмещающими их породами можно установить, что в первых (т. е. в пегматитах) происходит накопление следующих химических элементов:

Zr — кроме эвдиалита, главного минерала большинства пегматитовых образований, встречаются (хотя редко и в незначительном количестве) катаплект и циркон. Последние два минерала макроскопически в породах не найдены.

Ti — рамзаит, лампрофиллит и мурмапит являются распространенными минералами большинства пегматитовых образований и нередко наблюдаются в них в значительных количествах. В пегматитах, кроме выше-названных титансодержащих минералов, встречаются энigmatит, астрофиллит и нептунит, которые в породах обычно отсутствуют.

Mn — мангано-ильменит, нептунит, шизолит и стенструпин, за исключением первого, встречаются только в пегматитах.

Sr — лампрофиллит, распространенный минерал пегматитовых образований.

Ca — гакманит, содалит, эвдиалит, лампрофиллит — одни из наиболее распространенных минералов среди пегматитовых выделений и нередко встречаются в очень значительных количествах.

H₂O — мурманит, катаплект, уссингит, стенструпин, эрицит и цеолиты. Из них уссингит, стенструпин и эрицит в породах неизвестны; и частично

P — апатит и эрицит (последний в породах не встречен) и

Th — стенструпин (в породах не найден).

Пегматиты, по сравнению с вмещающими их породами, содержат меньше нефелина. Последний в пегматитах находится в количестве от нескольких процентов до 10—20, а иногда и совсем отсутствует. Содержание нефелина в породах 10—40, а иногда и более — до 90% (уртиты). Низкое содержание нефелина в пегматитах, вероятно, обусловлено тем, что в массиве имеется недостаток Al₂O₃ по отношению к щелочам. Поскольку пегматиты представляют собой остаточный расплав, то, согласно апаитового порядка кристаллизации, они должны быть бедны бесцветными минералами: полевым шпатом, содалитом и нефелином, и в первую очередь — нефелином, минералом, содержащим в своем составе наибольшее количество Al₂O₃.

Вторичные процессы в пегматитах

Образование пегматитов Ловозерского щелочного массива в основном происходило в конце эпимагматической фазы (B), в течение пегматитовой (C) и в начале пегматоидной (D), рис. 3. Более поздние фазы пегматитового процесса развиты слабее. Они в основном представлены вторичными минералами, возникшими за счет изменения других, ранее образовавшихся минералов.

Из вторичных процессов в пегматитах известны:

1. Альбитизация микроклина. При рассмотрении под микроскопом микроклина (главного минерала большинства пегматитовых выделений) нередко можно видеть, что он с краев замещен альбитом. Микроклин обычно наиболее сильно альбитизирован в тех участках пегматитов, которые содержат вторичные минералы (главным образом, цеолиты).

2. Содалитизация нефелина. В пегматитовых выделениях, главным образом микроклинового типа с лампрофиллитом, встречается минерал темно-серого цвета, внутри которого можно наблюдать не только микро-, но и макроскопически отдельные сохранившиеся участки нефелина с очень извилистыми контурами. Минерал этот является вторичным по нефелину. Химическое изучение его показало (см. анализ № 6, табл. 10), что по своему составу он близок к содалиту.

3. Уссингитизация содалита (вернее, гакманита) и микроклина. Среди пегматитов Ловозерского щелочного массива выделен самостоятельный со-

далито-уссингитовый тип, главным минералом которого является уссингит—минерал вторичный по гакманиту.

Уссингит, кроме того, в незначительном количестве наблюдается в пегматитовых выделениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином на г. Пункаруайв (в 5 месторождениях), в долине р. Тулбньонуай (в 2 месторождениях) и в лампрофиллито-эвдиалитовом типе с рамзаитом и мурманитом в долине р. Чинглусуай.

В пегматитах микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином уссингит наблюдается:

а) в виде мелкозернистой массы, заполняющей промежутки между другими минералами (за исключением пегматитовых выделений перемычки г. Пункаруайв, где среди россыпи пегматита данного типа наблюдались сплошные участки уссингита до 30×40 см);

б) в виде тонких прожилков от 0.5 до 2—3 мм, пронизывающих по различным направлениям (главным образом параллельно спайностям) выделения микроклина. В прожилках совместно с уссингитом наблюдаются и цеолиты.

В первом случае уссингит образовался, как и в пегматитовых выделениях содалито-уссингитового типа, за счет гакманита. Уссингит же, наблюдаемый в виде тонких прожилков в микроклине, вероятно, образовался за счет замещения последнего. В шлифах, приготовленных из микроклина с уссингитовыми прожилками, отчетливо заметно замещение микроклина уссингитом и частично цеолитами. При этом необходимо также отметить, что промежутки между отдельными индивидуумами микроклина, содержащими прожилки уссингита, нередко заполнены уссингитом, в котором иногда наблюдаются и уссингитизированные зерна содалита.

Уссингит в пегматитах лампрофиллито-эвдиалитового типа (с рамзаитом и мурманитом) образовался по гакманиту и наблюдается в незначительном количестве в виде мелкозернистой массы.

4. Цеолитизация нефелина, гакманита, содалита и микроклина. Из вторичных процессов, наблюдаемых в пегматитах, процесс цеолитизации развит наиболее широко. Цеолиты известны среди пегматитов всех типов. Они в них встречаются или в виде отдельных зерен или в виде участков, величиною от 1 см до 1 м и более. Так, например, на склоне отрога г. Маннепахк, обращенном к долине р. Чивруай, в фойите имеется пегматит, сложенный нефелином, эвдиалитом и эгирином с незначительным содержанием арфведсонита, лампрофиллита и рамзаита. Пегматит имеет форму неправильной линзы, длиной 15 м, мощностью от 10 см до 1 м. Среди него наблюдается участок 3×0.5 м, сложенный крупными выделениями натролита, отдельные индивидуумы которого достигают до $15 \times 10 \times 10$ см.

Цеолиты, наблюдаемые в пегматитах, в основном образуются за счет нефелина, гакманита и содалита. Замещение цеолитами этих минералов отчетливо видно в шлифах, но нередко хорошо заметно и макроскопически.

Цеолиты редко и в очень незначительном количестве образуются и по микроклину. Цеолитизация микроклина заметна только микроскопически.

5. Замещение эвдиалита катаплеитом наблюдается очень редко и только микроскопически.

6. Замещение энigmatита астрофиллитом было встречено в двух пегматитах микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином на восточном склоне г. Малый Пункаруайв.

7. Замещение нефелина канкринитом наблюдается микроскопически и очень редко.

Вторичные процессы, наблюдаемые в пегматитах, обусловлены или автопневматолитом, или гидротермальными растворами.

С автопневматолитом связано образование альбита по микроклину, канкринита по нефелину, астрофиллита по энigmatиту, катаплеита по эвдиалиту и содалита по нефелину. В вышеуказанных замещениях большую роль играл

привнос Na для образования альбита, ОН — канкринита, катаплеита и содалита, S — канкринита и содалита и Cl — содалита.

Под влиянием гидротермальных процессов происходило замещение нефелина цеолитами, гакманита — уссингитом и цеолитами, причем гидротермальные растворы были минерализованы слабо, и то, вероятно, лишь в начале гидротермального процесса, когда происходило образование уссингита совместно со сфалеритом и иногда редкими выделениями галенита.

Минералы пегматитовых выделений

В пегматитовых выделениях Ловозерского щелочного массива найдено 37 минералов, название которых дано в табл. 9. В той же таблице приведены для сравнения и минералы, наблюдаемые в щелочных породах, слагающих Ловозерский массив.

Таблица 9

Минералы Ловозерского щелочного массива

Минералы, наблюдаемые в пегматитах	Минералы, наблюдаемые в породах
I. Сульфиды	
(Сфалерит), (галенит), (молибденит), (халькопирит), (ковеллин), (марказит) и (пирротин)	(Галенит), (молибденит), пирротин, (пирит), (марказит) и (халькопирит)
II. Галлоиды	
(Флюорит)	(Флюорит)
III. Окислы	
Мп-ильменит, (циркон), (куприт), (лимонит) и (окислы Mn)	Мп-ильменит, (лимонит), (магнетит) и (циркон)
IV. Карбонаты	
(Элатолит), (церуссит) и (анцилит)	
V. Силикаты	
Микроклин, ортоклаз, альбит, нефелин , (канкринит), содалит, уссингит, (анальцит), натролит, (гидронефелин), эгирин I, II и III, (эгирин-авгит), арфведсонит, (биотит), (шизолит) и (стенострупин)	Микроклин, ортоклаз, альбит, нефелин , (канкринит), содалит, (натролит), эгирин I и II, арфведсонит и (биотит?)
VI. Цирконо- и титано-силикаты	
Эвдиалит, мезодиалит, катаплеит , (эльпидит), лампрофиллит, (энигматит), (астрофиллит), рамзаит, мурманит, сфен, нептунит, (ринколит) и (чинглу-суит)	Эвдиалит, мезодиалит, катаплеит, лампрофиллит, (рамзаит), сфен, мурманит и (ринколит)
VII. Ниоботитанаты	
(Лопарит)	Лопарит
VIII. Фосфаты	
Апатит и (эрикт)	(Апатит)

Примечание. Часто и в большом количестве встреченные минералы отмечены жирным шрифтом. Встречающиеся редко и в незначительном количестве — поставлены в скобки.

Ниже приводится краткая характеристика минералов, наблюдаемых в пегматитах щелочных пород Ловозерского массива.

С ф а л е р и т светложелтого, желтого и зеленовато-желтого цвета, в зернах и спайных агрегатах до 1—2 см величиною. Твердость 3.5—4. Удельный вес — 3.98. Показатель преломления >2.36 и <2.39 . В нем, кроме **Zn** и **S**, химическим путем было определено **Fe** (0.28%) и **Mn** (следы).

Спектроскопическое изучение (выполненное С. А. Боровиком) показало, кроме того, содержание в нем **Al** и **Si** (слабые линии).

Сфалерит находится в пегматитовых выделениях содалито-уссингитового типа и очень редко — в виде отдельных зерен в пегматитах: лампрофиллито-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом и микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином.

Для сфалерита характерен парагенезис с пептунитом, уссингитом и цеолитами. Время выделения сфалерита относится к началу гидротермального этапа.

Среди россыпей пегматита перемычки г. Пункаруайв в уссингите встречен сфалерит иной окраски — темнокоричневый с красновато-бурым оттенком и сильным алмазным блеском. Спектроскопическое изучение его показало, что, кроме элементов, найденных в сфалерите бледнозеленовато-желтой окраски, он содержит **Ti** (слабая линия).

Г а л е н и т — сероствального цвета, в спайных агрегатах величиною до 0.8 см. В очень незначительном количестве встречен в одном из уссингитовых месторождений г. Пункаруайв.

М о л и б д е н и т наблюдается в форме пластинок серого цвета, с металлическим блеском, величиною до 0.3 см. В очень незначительном количестве был встречен в пяти месторождениях лампрофиллито-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом долины р. Чинглусуай, в трех месторождениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином и в одном из уссингитовых месторождений г. Пункаруайв.

Для молибденита характерен парагенезис с содалитом, уссингитом и цеолитами. Время выделения молибденита — пневматолитический этап.

Х а л ь к о п и р и т и **к о в е л л и н** найдены на северном склоне г. Нинчурт в одном из пегматитовых прожилков, сложенном шпреуштейнизированным нефелином и эгирином с редкими выделениями сфена и единичными халькопирита, марказита, куприта и ковеллина. Халькопирит в нем наблюдается в ксеноморфных зернах, величиной до 0.5 мм, а ковеллин — в виде вторичного минерала по халькопириту.

М а р к а з и т обнаружен только микроскопически в редких ксеноморфных зернах, величиною до 0.08 мм, в двух пегматитах (г. Нинчурт и долина р. Коклухтуай) как один из вторичных минералов по халькопириту и пирротину.

П и р р о т и н в виде ксеноморфных зерен, величиной до 1—2 мм, встречен в долине р. Коклухтуай в одном из пегматитовых прожилков полевошпатового состава, содержащем арфедсонит, ильменит, сфен и редкие зерна пирротина, сфалерита, марказита и лимонита.

Ф л ю о р и т встречается в бесцветных, светлофиолетовых и фиолетовых зернах величиной до 1 см.

Спектроскопическое изучение флюорита (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов: **Ca**, **Sr**, **Be** (сильные линии), **Al** (средняя линия), **Si**, **Na** (слабые линии), **Mn** и **Mg** (очень слабые).

Флюорит в очень незначительном количестве встречен в 6 пегматитах, из них три принадлежат к полевошпатовому типу с эвдиалитом и сфеном и три — к ортоклазовому с ильменитом и сфеном.

Для флюорита характерен парагенезис с мангано-ильменитом, сфеном, апатитом и цеолитами.

Время выделения флюорита — пневматолитический этап.

Мн-и л ь м е н и т интересен тем, что содержит 14.73% **MnO**. Он черного цвета, встречается в пластинчатых выделениях, величиной до $5 \times 3 \times 0.3$ см, редко больше. Твердость 5—6. Удельный вес 4.679.

Химический состав мангацо-ильменита — см. анализ 1, табл. 10.

Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих (помимо выявленных химическим путем) элементов: Nb (средняя линия), Na и Cu (очень слабые линии), Mn-ильменит приурочен исключительно к ортоклазовому типу с ильменитом и сфеном, в пегматитовых выделениях которого он наблюдается почти всегда, но редко в значительном количестве. Только в одном месторождении средней долины р. Коклухтиуай (в жиле мощностью 10—25 см и видимой длины около 20 м) он является наряду с K-Na-полевым шпатом и апатитом одним из главных минералов, слагающих данный пегматит.

Для мангано-ильменита характерен парагенезис со сфеном и апатитом. Совместно с эвдиалитом, рамзаитом и мурманитом не встречается.

Время выделения мангано-ильменита — пегматитовая фаза.

Ловозерский Mn-ильменит представляет большой интерес из-за высокого содержания в нем Mn (14.73% MnO). По своим физическим и химическим свойствам он занимает промежуточное положение между ильменитом (FeTiO_3) и пирофанитом (MnTiO_3).

Ильменит с таким высоким содержанием Mn до сих пор был известен только в массиве Roscoi (Бельгия) в филлите (Klement C., 1887).

Ц и р к о н — светлобурого цвета в виде плохо образованных кристаллов, величиною до 1 см, встречен в незначительном количестве в 4 месторождениях. Одно из них находится на восточном склоне г. Малый Пункаруайв и три в верховье р. Коклухтиуай. По своему минералогическому составу они значительно отличаются друг от друга, а также и от пегматитовых образований вышеописанных типов.

Циркон находится в парагенезисе с K-Na-полевым шпатом, эгирином II, апатитом и цеолитами, а иногда — со слюдой из группы биотита и со сфеном. Образовался, вероятно, в конце пневматолитического этапа.

К у п р и т обнаружен микроскопически в одном из пегматитовых выделений северного склона г. Нинчурт как вторичный минерал по халькопириту, в виде тонких неправильных прожилков или каемок вокруг последнего.

Л и м о н и т встречен в двух пегматитовых выделениях (северный склон г. Нинчурт и средняя долина р. Коклухтиуай) в виде ксеноморфных зерен (величиною до 0.9 мм), реже прожилков и каемок по пирротину и халькопириту, за счет которых он и образовался.

О к и с л ы Mn встречаются в пегматитах редко, в виде отдельных стяжений величиною до 1—3 см и обычно всегда совместно с цеолитами.

К а л ь ц и т как таковой в Ловозерских тундрах не наблюдался, но здесь встречены характерные пустоты, описанные под названием «элатолит» А. Е. Ферсманом (1923 г.). По его мнению, на их месте был высокотемпературный кальцит, который выделялся в виде скелетных образований, но не сохранился; на его месте остались своеобразные пустоты в форме «елочек». Они наблюдаются в микроклине, эвдиалите, рамзаите и эгирине II, в пегматитовых выделениях главным образом микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином (в 21 месторождении) и частично — лампрофиллито-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом (7 месторождений).

Ц е р у с с и т обнаружен только микроскопически в рудных шлифах как вторичный продукт замещения галенита. Он встречен всего в одном из уссингитовых месторождений г. Малый Пункаруайв.

А н ц и л и т (водный карбонат Ca, Sr, TR) бледнозеленовато-желтого цвета в виде пористо-зернистой массы встречен в верховье р. Суолуайв в одной из глыб пегматита, сложенной K-Na-полевым шпатом, с значительным содержанием эгирина I, рамзаита, шпреуштейна и цеолита. Сопровождается катаплетом.

М и к р о к л и н светлосерого цвета или серого с зеленоватым оттенком, нередко и бледнозеленоватого, встречается обычно в крупных выделениях величиною до $24 \times 12 \times 6$ см и более до $50 \times 10 \times 4$ см, а иногда и в форме табличатых выделений до $20 \times 10 \times 2.5$ см или лейст размером до 2—3 см (по площади).

В шлифе микроклин (по В. Н. Лодочникову, — микроклин-изоперт и напоминает собою пертит, а иногда и шахматный альбит. При вращении шлифа микроклин распадается на ряд индивидуумов неправильной формы, гаснущих не одновременно, а в соответствии с наблюдающимся для них двойниковым срастанием. В микроклин-изопертите иногда наблюдаются ростки альбита (микроклин-изопертит-пертит).

Химический состав микроклин-изоперта — см. анализ № 2, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов, помимо выявленных химическим путем: La, Zr, Ti, Be, Pb (очень слабые линии) и $Ga \sim 10^{-3}\%$.

Микроклин является преобладающим минералом пегматитовых выделений микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином, микроклинового типа с лампрофиллитом и полевошпатового со сфеном и эвдиалитом. В небольшом количестве он также находится в пегматитах: лампрофиллит-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом, альбитового, а иногда и уссингитового.

Для него характерен парагенезис с эгирином, арфведсонитом, нефелином, содалитом, эвдиалитом, лампрофиллитом, рамзаитом, мурманитом и др.

Образование микроклина происходило в эпимагматический этап.

Ортоклаз светлосерого и серого цвета или серого с зеленоватым оттенком, величиной до $10 \times 5 \times 4$ см.

Химический состав его — см. анализ № 3, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов, помимо выделенных химическим путем: Ti, Be, Zr (слабые линии), Rb $< 0.001\%$ и $Ga \sim 0.001\%$.

Ортоклаз является главным минералом ортоклазового типа с ильменитом и сфеном. В пегматитовых выделениях других типов он с достоверностью обнаружен не был.

Для ортоклаза характерен парагенезис с ильменитом, сфеном и апатитом. Он образовался в эпимагматический этап.

Альбит встречается в виде мелкозернистой массы светлосерого и серого цвета. Являясь главным минералом пегматитовых выделений альбитового типа, среди пегматитов других типов альбит наблюдается только микроскопически в микроклин-изопертите в виде пертитовых ростков неправильной формы, обычно несдвоенных, величиной от 0.01 до 0.3 мм, редко больше, или образует альбитовые оторочки вокруг микроклин-изоперта. Альбит этих оторочек, вероятно, весь вторичен, в двойниках, часто полисинтетических, отдельные индивидуумы которого достигают нескольких миллиметров длины.

Редко и обычно в незначительном количестве микроскопические выделения альбита наблюдаются и вне связи с микроклин-изопертитом.

Для альбита характерен парагенезис с арфведсонитом, эгирином, эвдиалитом, рамзаитом и цеолитами, а для вторичного альбита — с микроклином. Он образовался в пневматолитический этап.

Нефелин серого цвета, серого с зеленоватым оттенком или серо-зеленого в виде зерен величиной до 1—2 см, редко более — до 5 см, а иногда и в хорошо образованных коротко призматических кристаллах до 1 см. Зеленая окраска нефелина, как и микроклина, обусловлена мелкими выделениями эгирина.

Неизменный нефелин встречается очень редко, главная его масса в той или иной степени затронута процессом цеолитизации. Цеолитизированный нефелин (шпреуштейн) имеет серую, светлосеровато-бурую, серовато-бурую, а иногда и красновато-серую окраску. Нередко можно наблюдать даже макроскопически все стадии изменения нефелина через шпреуштейн в цеолиты.

Наблюдается переход нефелина не только в шпреуштейн или цеолиты, но также и в содалит.

Химический состав нефелина — см. анализ № 4, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих

элементов, кроме выявленных химическим путем: Be (средняя линия), Mn (очень слабая) и Ga $\sim 5 \cdot 10^{-3}\%$.

Нефелин наблюдается среди пегматитовых выделений всех типов обычно в незначительном количестве, а иногда и совершенно отсутствует. Для него характерен парагенезис с микроклином, ортоклазом, эгирином, арфведсопитом и цеолитами. Он образовался в эпимагматический этап.

К а н к р и н и т в пегматитовых выделениях наблюдается только микроскопически и очень редко как вторичный минерал по нефелину.

С о д а л и т в пегматитовых выделениях представлен разновидностью содалита, содержащей в своем составе серу, впервые изученной Боргстрёмом и названной им в честь петрографа Гакмана — гакманит (Borgström, 1901).

Гакманит светлосерого и серого цвета в виде зерен, а иногда и плохо образованных кристаллов, величиною до 1—1.5 см, изредка достигающих до 3—4 см. В свежем изломе он обычно имеет розовую окраску, иногда яркомалиновую, быстро исчезающую при дневном освещении, но в темноте сохраняющуюся.

Неизмененный гакманит встречается редко и обычно в той или иной степени с краев зерен, или по трещинам, он цеолитизирован; иногда и нацело превращен в цеолиты (главным образом — натролит). На г. Пункаруайв, в долинах рр. Чинглусуай и Тульбьюнуай и во 2-м цирке Раслака наблюдается замещение гакманита не только цеолитами, но также и уссингитом.

Химический состав гакманита — см. анализ № 5, табл. 10.

Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов, помимо выявленных химическим путем: Li, Ga (средние линии) и Ni (слабая линия).

Гакманит как один из второстепенных минералов наблюдается в пегматитовых выделениях всех типов за исключением ортоклазового с ильменитом и сфеном и цеолитного. В пегматитовых образованиях лампрофиллитово-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом и уссингитового типа гакманит иногда находится в очень значительных количествах, являясь одним из главных минералов.

Для гакманита характерен парагенезис с микроклином, эгирином, лампрофиллитом, мурманитом, эвдиалитом, цеолитами, а иногда и с уссингитом. Он образовался, вероятно, в пегматитовую фазу.

В пегматитах, кроме вышеописанного первичного содалита (гакманита), часто встречается вторичный, образовавшийся по нефелину. Вторичный содалит темносерой и серой окраски встречается в зернах, величиной до 4—5 см. По химическому составу он отличается от первичного гакманита меньшим содержанием серы, хлора и большим — воды. Химический состав его — см. анализ № 6, табл. 10.

У с с и н г и т (алюмосиликат натрия, содержащий воду) встречается в виде сливной мелкозернистой массы светлофиолетового цвета. В кристаллах не наблюдается. Твердость 6—7. Удельный вес 2.457—2.460. В шлифах бесцветен.

Ng=1.545, Nm=1.509, Np=1.504, Ng—Np=0.041.

2V=35—39°. Оптически положительный.

Химический состав уссингита — см. анализ № 7, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (помимо элементов, обнаруженных химическим путем) следующих элементов: Ga $\sim 0.01\%$, Ti, Mn, Ni (средние линии), Li, Cu, Fe (слабые) и Mg (очень слабая).

Кроме пегматитовых выделений уссингитового типа, в которых уссингит является главным минералом, в незначительном количестве он наблюдается среди пегматитовых выделений эвдиалито-лампрофиллитового типа с рамзаитом и мурманитом и микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином. Для него характерен парагенезис с содалитом, стенструпином, пизолитом, эрицитом, сфалеритом, нептунитом и цеолитами. Уссингит — минерал вто-

ричный, образовался за счет изменения гакманита в начале гидротермального этапа.

В пегматитах микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином усингит, вероятно, частично образовался и по микроклину.

Усингит, кроме Ловозерских тундр, известен в Хибинских тундрах (очень редко и только микроскопически) и в Южной Гренландии, где среди осыпей нефелиновых сиенитов до сих пор было найдено всего 3 куска этого минерала, впервые описанного О. В. Böggild (1914).

Анальцит серого, иногда светлосерого цвета. Встречается в виде зерен и плохо образованных кристаллов, величиной до 5 см. Среди пегматитовых выделений, находящихся в коренном залегании, он известен только в одном пегматите цирка Сенгисчорра. Пегматит, содержащий анальцит, представляет собой секущую жилу, мощностью от 0.5 до 7 см, при видимой длине около 60 м, среди эвдиалитового луюврита. Жила сложена К-Наполевым шпатом, иногда с значительным содержанием шпреуштейна и анальцита. Очень редко встречаются лампрофиллит, содалит и мурманит.

Анальцит редко наблюдается и среди россыпей пегматитов: в верховье долины р. Чингласуай и, согласно данным Лабунцова А. Н. (1927), на северном перевале р. Тавайок, в северо-западном и юго-западном цирках Ангвундасчорра — совместно с эгирином (I и II), содалитом, микроклином, рамзаитом и др.

Ловозерский анальцит А. Н. Лабунцов считает вторичным минералом по содалиту и эгирину II. Образование анальцита за счет эгирина II мало вероятно.

Натролит. Цеолиты пегматитовых выделений представлены главным образом натролитом. Последний светлосерого и серого цвета в виде мелких зерен до 1 см, а иногда и в тонкопризматических выделениях, длиной до 1 см, и единично в крупных кристаллах, размером до $15 \times 10 \times 10$ см, или спайных агрегатах до 10 см длины.

Химический состав натролита — см. анализ № 8, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем, помимо элементов, обнаруженных химическим путем, Ga $10^{-3}\%$.

Цеолиты встречаются в пегматитовых выделениях всех типов, но обычно в очень незначительном количестве, за исключением цеолитного типа. Для цеолитов характерен парагенезис с нефелином, содалитом, нептунитом, а иногда и усингитом. Они образовались в гидротермальный этап.

Гидронфелин наблюдается редко — и только микроскопически — совместно с другими цеолитами.

Эгирин и представлен тремя генерациями.

Эгирин I — генерации черного и темнозеленого цвета — встречается в игольчатых и тонкопризматических выделениях, длиной до 1—2 см, и редко в призматических, величиной до $5 \times 0.6 \times 0.4$ см и более (микроклиновый тип с эвдиалитом и эгирином) или до $3.5 \times 3 \times 2.5$ см (ортотлазовый тип с ильменитом).

Игольчатые и тонкопризматические выделения эгирина бывают иногда настолько мелкие, что едва различаются под микроскопом при больших увеличениях. Они и обуславливают зеленоватый оттенок или окраску микроклина, нефелина, иногда и содалита.

Эгирин II темнозеленого и зеленого цвета в игольчатых и тонковолокнистых выделениях длиной до 1—2 см, которые нередко образуют скопления в форме стяжений («эгириновые солнца»), диаметром от 1 до 30 см.

Эгирин III светлосерого цвета встречается в тонкоигольчатых выделениях до 0.5 см длины.

Химический состав эгирина I — см. анализ № 9, а эгирина III — анализ № 10, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) эгирина I показало содержание в нем следующих элементов, помимо выявлен-

ных химическим путем: Sn (средняя линия), Cu (очень слабая) и Ga $\sim 10^{-3}\%$.

Эгирин встречается в пегматитовых выделениях всех типов и на ряду с микроклином является в них одним из самых распространенных минералов, причем наиболее распространен эгирин I и II генераций, тогда как эгирин III генерации наблюдается редко и в незначительном количестве. Для эгирина характерен парагенезис с микроклином, нефелином, содалитом, эвдиалитом, иногда — арфведсонитом, рамзаитом, лампрофиллитом, мурманитом и др. Он образовывался в течение очень продолжительного времени в эпимагматический (эгирин I генерации) и в пневматолитический (эгирин II и III генераций) этапы.

Эгири́н-а́вгит макроскопически трудно отличим от эгирина, а поэтому он выделяется среди последнего только микроскопически (по углу угасания). Встречается редко.

Арфве́дсо́нит черного цвета встречается в плохо образованных кристаллах, величиной до $20 \times 5 \times 1.5$ см.

Химический состав арфведсонита — см. анализ № 11, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (кроме элементов, выявленных химическим путем) следующих элементов: V (средняя линия), Be (слабая), Cu (очень слабая) и Ga $\sim 10^{-3}\%$.

Арфведсонит как один из второстепенных минералов встречается в пегматитовых выделениях всех типов, за исключением цеолитного. В микроклиновом типе с эвдиалитом и эгирином и в лампрофиллит-эвдиалитовом с рамзаитом и мурманитом арфведсонит находится иногда в очень значительных количествах.

Для арфведсонита характерен парагенезис с микроклином, нефелином, эгирином, эвдиалитом, лампрофиллитом и др. Он образовался в пегматитовую фазу.

Слю́да из группы биотита темнозолотисто-бурого, почти черного цвета, в виде отдельных пластинок до 1 см величины встречается в незначительном количестве и очень редко в пегматитовых выделениях ортоклазового типа с ильменитом и сфеном. Среди пегматитов других типов она встречена всего в одном из цеолитных прожилков г. Нинчурт. Химический состав слюды — см. анализ 12, табл. 10.

Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в ней следующих элементов, помимо выявленных химическим путем: Li, Ni (средние), Be (слабая), Sr, Na (очень слабые) и Ga $\sim 0.005\%$. Для нее характерен парагенезис с ортоклазом, ильменитом и сфеном.

Шизо́лит (марганцевый силикат, содержащий Ca и Na) темнокоричневого цвета в таблитчато-призматических выделениях, величиною до $9 \times 2.5 \times 1$ см. Обычно встречается в сильно разрушенном виде, черного цвета, имеет полиметаллический блеск (вместо стеклянного у свежих разностей) и становится настолько рыхлым, что пальцами свободно растирается в порошок. Разрушение шизолита связано с выносом SiO_2 , Na_2O и частично CaO и соответственно с увеличением содержания MnO_2 и H_2O . Твердость неразрушенного шизолита 5—5.5, а удельный вес — 2.955.

В шлифе неразрушенный шизолит бледносеровато-коричневой окраски. $N_g = 1.677$, $N_m = 1.641$. $2V = 51^\circ$. Оптически положительный.

Химический состав шизолита — см. анализ № 13, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (кроме выявленных химическим путем) следующих элементов: Al (слабая линия), Mg и Be (очень слабые линии).

Шизолит, за исключением пегматитовых выделений уссингитового типа, в которых он является одним из второстепенных минералов, встречается в очень незначительном количестве и редко. Шизолит, кроме пегматитов уссингитового типа, найден в 10 месторождениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином, в двух — микроклинового типа с лампрофиллитом и в одном месторождении альбитового типа.

Для шизолита характерен парагенезис с содалитом, стенструпином, эрицитом, нептунитом, уссингитом и цеолитами. Он образовался, вероятно, в конце пегматитовой фазы.

Шизолит, кроме Ловозерских тундр, известен в Южной Гренландии и в Хибинских тундрах (в последних встречается очень редко и в незначительном количестве).

Ловозерский шизолит, по своим свойствам (физическим и оптическим), отличается от гренландского (Böggild, 1903). Причину этого, вероятно, следует искать в химическом составе. В ловозерском преобладает Mn (15.92% MnO и 9.35% MnO₂) над Ca (12.72% CaO), а в гренландском — наоборот (9.84—12.90% MnO и 19.48—22.89% CaO).

Стенструпин (водный ториевый силикат редких земель и марганца) темного, почти черного цвета, наблюдается в виде зерен или идиоморфных выделений (но не кристаллов), величиною до 1.5 см. Блеск смоляной. Твердость 4—5. Удельный вес 3.08—3.106. В шлифах светложелтой окраски. Изотропен. Показатель преломления 1.662.

Химический состав стенструпина — см. анализ № 14, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) обнаружило содержание в нем (кроме выявленных химическим путем) следующих элементов: Pb (сильная линия), Sn и Be (слабые линии).

Стенструпин встречается в незначительном количестве и только в пегматитовых выделениях уссингитового типа. Для него характерен парагенезис с содалитом, шизолитом, эрицитом, уссингитом и цеолитами. Он образовался, вероятно, в конце пегматитовой фазы.

Стенструпин (кроме Ловозерских тундр) известен в Южной Гренландии, откуда он впервые и был описан (Böggild, 1900). Физические и оптические свойства их не совпадают. Это обусловлено тем, что ловозерский стенструпин по своему химическому составу значительно отличается от анализируемых разновидностей из Гренландии, и в первую очередь — более высоким содержанием в нем Th и Mn.

Эвдиалит и мезодиалиты (цирконосилкаты Na и Ca) — розового, вишневого до бурого цвета в зернах и плохо образованных кристаллах, величиною от нескольких миллиметров до 8×5×4 см.

Эвдиалит и мезодиалит макроскопически отличить друг от друга невозможно, это иногда и микроскопически трудно сделать, потому что нередко одно и то же зерно или кристалл состоит из изотропных (мезодиалит) и анизотропных (эвдиалит) участков, между которыми наблюдаются постепенные переходы. В количественном отношении эвдиалит преобладает над мезодиалитом.

Химический состав эвдиалита — см. анализ № 15, а мезодиалита — № 16, табл. 10.

Эвдиалит после микроклина и эгирина самый распространенный минерал пегматитовых образований. Особенно много его в пегматитах микроклин-ного типа с эвдиалитом и эгирином и лампрофиллит-эвдиалитового — с рамзанитом и мурманитом. В них количество эвдиалита иногда доходит до 90%. В пегматитовых выделениях ортоклазового типа с ильменитом и сфеном и цеолитного типа эвдиалит отсутствует. Для эвдиалита характерен парагенезис с микроклином, нефелином, эгирином, арфведсонитом, иногда рамзанитом и лампрофиллитом; образуется в эпимагматический этап.

Эвдиалит является широко распространенным минералом и среди пород. В них он является одним из аксессуарных или второстепенных минералов, а нередко и породообразующим. Наиболее значительная концентрация его наблюдается в эвдиалитовых луввритах.

Распространение эвдиалитовых луввритов, наиболее обогащенных эвдиалитом, наблюдается главным образом в западной части массива, на вершинах плато на высоте 900—1000 м. Эвдиалит, кроме пегматитов и пород, находится также в жилах и шпихах, где концентрация его достигает до 90%.

Практического интереса пегматиты с значительным содержанием эвдиалита и эвдиалитовые шпирь и жилы, несмотря на высокое содержание в них эвдиалита, не имеют, в виду того, что их размеры обычно малы. Эвдиалитовый же лувэрит, занимая значительные пространства и имея постоянное содержание эвдиалита на больших площадях, является надежной сырьевой базой циркония.

К а т а п л е и т (водный цирконосиликат натрия) — бледнокоричневого цвета, встречается в пластинчатых агрегатах, величиной до 3—4 см (по площади). Твердость — 5. Удельный вес — 2.65. Оптически одноосный, положительный. $N_g = 1.624$, $N_p = 1.590$.

Химический состав катаплеита — см. анализ № 17, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (помимо обнаруженных химическим путем) следующих элементов: Be (средняя линия) и Nb (слабая).

Катаплеит в незначительном количестве встречен в верховье р. Суолуай, в одном коренном месторождении и в россыпи, совместно с К-На-полевым шпатом, рамзаитом, сфеном, цеолитами и очень редкими выделениями флюорита и анцилита.

В других участках Ловозерских тундр катаплеит известен только микроскопически, и то редко как вторичный минерал по эвдиалиту. Катаплеит образовался, вероятно, в пневматолитический этап.

Э л ь п и д и т (водный цирконосиликат натрия), розовато-желтого цвета, в мелких кристаллах до 0.8 см найден (А. Н. Лабунцовым) только в одном месте (на южном склоне Куамдеспакка) в линзовидной цеолитной жиле с анальцимом, натролитом, альбитом и окислами Mn. Эльпидит — редкий минерал, кроме Ловозерских тундр, он известен в Гренландии и в Хибинских тундрах.

Л а м п р о ф и л л и т (титаносиликат стронция и натрия), золотистобурого цвета, встречается в удлиненно-пластинчато-призматических выделениях, длиной до 8 и шириной до 0.4 см. Твердость 2—3. Удельный вес — 3.44. В шлифе окрашен в желтый цвет. $N_g = 1.778$, $N_p = 1.745$, $2V = 21—27^\circ$. Оптически положительный.

Химический состав лампрофиллита — см. анализ 18, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (помимо обнаруженных химическим путем) следующих элементов: Pb (слабая линия) и Al (очень слабая линия).

Лампрофиллит как один из второстепенных минералов встречается в пегматитовых выделениях микроклинового типа с лампрофиллитом, лампрофиллитом-эвдиалитового с рамзаитом и мурманитом, микроклинового с эвдиалитом и эгирином, полевошпатового с эвдиалитом и сфеном и ортоклазового с ильменитом и сфеном. При этом в первых двух типах он нередко находится в очень значительном количестве; в последнем наблюдается редко и в очень малом количестве.

Для лампрофиллита характерен парагенезис с микроклином, содалитом, эвдиалитом, эгирином, арфведсонитом и др. Образовался лампрофиллит в пегматитовую фазу.

Лампрофиллит, кроме Ловозерских тундр (где он и был впервые найден Рамзаем), известен в Хибинском щелочном массиве. По своим физическим и оптическим свойствам он почти идентичен моленграфиту, минералу, найденному в Южной Африке (Brouwer, 1911). Главное различие состоит в химическом составе. Лампрофиллит содержит 14—15% SrO и 1—2% CaO , в то время как моленграфит содержит около 19% CaO (стронций не определялся).

Э н и г м а т и т черного цвета, в зернах величиной до 3—4 см, а иногда и в хорошо образованных кристаллах до 1 см, редко до 2—3.

Химический состав энигматита — см. анализ № 19, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов, помимо обнаруженных химическим путем: V (слабая линия), Si (очень слабая) и $Ga \sim 10^{-3} \%$.

Энигматит встречается редко и в незначительном количестве в пегматитовых выделениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином.

Для энигматита характерен парагенезис с микроклином, нефелином, эвдиалитом и эгирином II. Образовался в пегматитовую фазу.

Астрофиллит (титаносиликат Fe, Mn, K, Na) темнозолотистобурого цвета, встречается в пластинчатых выделениях до 2 см² величины.

Спектроскопическое изучение астрофиллита (С. А. Боровик) обнаружило содержание в нем следующих элементов: Mn (очень сильная линия), Ti, Si (сильные линии), Al, Mg, Nb (средние линии), Fe, Ca, K (слабые), Be, Cu (очень слабые) и Ga $\sim 10^{-4}\%$.

Астрофиллит в незначительном количестве был найден в двух пегматитовых выделениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином восточного склона г. Малый Пункаруайв. Он является вторичным минералом, образовавшимся по энигматиту в пневматолитический этап.

Рамзаит (титаносиликат натрия) светлокоричневого, темнокоричневого и коричневатобурого цвета. Встречается в кристаллах величиною до 3—4 см. Твердость 6. Удельный вес 3.44. В шлифе окрашен в коричневый цвет. Ng=2.06, Nr=1.93, 2V=40—42°. Оптически отрицательный.

Химический состав рамзаита — см. анализ 20, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (помимо элементов, выявленных химическим путем) Sn (слабая линия).

Рамзаит как один из второстепенных минералов встречается в пегматитах всех типов, за исключением полевошпатового с эвдиалитом и сфеном и цеолитного. Наиболее значительная его концентрация приурочена к выделениям лампрофиллитово-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом, микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином; в пегматитах ортоклазового типа с ильменитом и сфеном и содалито-уссингитового рамзаит встречается в незначительном количестве и очень редко.

Для рамзаита характерен парагенезис с микроклином, нефелином, эвдиалитом, лампрофиллитом, мурманитом и др. Он образовался в пегматитовую фазу.

Рамзаит, кроме Ловозерских тундр, известен только в Хибинском щелочном массиве. Он по своим свойствам почти идептитчен лоренцениту — минералу, найденному в Южной Гренландии (Flink, 1901). Лоренценит следует рассматривать как разновидность рамзаита, в которой Ti частично замещен Zr (Герасимовский, 1935).

Мурманит (водный ниоботитаносиликат Na) имеет светлофиолетовую или фиолетовую окраску и полуметаллический блеск на плоскости спайности. При выветривании мурманит теряет блеск и свою первоначальную окраску и становится светлофиолетовым, бурым с фиолетовым оттенком, или бурым при значительном изменении. Наблюдается в пластинчатых выделениях, величиной до 6×5 см по площади. Твердость 2—3. Удельный вес 2.76. Ng=1.84, Nm=1.767. 2V=50—52. Оптически отрицательный.

Химический состав мурманита — см. анализ № 22, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем (помимо элементов, выявленных химическим путем) Al (очень слабая линия).

Мурманит как один из второстепенных минералов встречается в пегматитах всех типов, за исключением ортоклазового типа с ильменитом и сфеном, полевошпатового с эвдиалитом и сфеном и цеолитного. В пегматитовых выделениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином, микроклинового с лампрофиллитом, альбитового и содалито-уссингитового — мурманит обычно наблюдается в незначительном количестве и не всегда.

Для мурманита характерен парагенезис с микроклином, эгирином, содалитом, рамзаитом, иногда лампрофиллитом. Он образуется, вероятно, на границе двух фаз — пегматитовой и пегматоидной.

Мурманит, кроме Ловозерских тундр, редко и в незначительном количестве встречается в Хибинском щелочном массиве.

С ф е н представлен тремя разновидностями: 1) желто-бурой в зернах и плохо образованных кристаллах, величиною до 3 см, наблюдающейся в пегматитах ортоклазового типа с ильменитом и сфеном, 2) светлобурой и бурой в призматических выделениях, длиною до 1 см, встречающейся в пегматитовых выделениях, не принадлежащих ни к одному из вышепересмотренных пегматитовых типов и 3) золотисто-желтой, в тонковолокнистых выделениях, в пегматитах полевошпатового типа с эвдиалитом и сфеном и частично ортоклазового типа с ильменитом и сфеном.

Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов: Ti, Si, Ca, Mn (сильные и средние линии), Mg, Na, Al, Fe (слабые и очень слабые линии), кроме того, в 1-й разности — Zr, Nb, La (слабые линии), V и Sn (очень слабые), во 2-й — Zr, Nb, V и Sn (очень слабые линии), в 3-й — Nb (средняя линия).

Сфен в пегматитовых выделениях встречается обычно в очень незначительном количестве.

Для сфена 1-й разновидности характерен парагенезис с ортоклазом, мангано-ильменитом и апатитом, для 2-й — сринколитом и катаплетом, для 3-й — с эвдиалитом и иногда апатитом.

Первая и вторая разновидность сфена образовались в пегматитовую фазу, а третья, вероятно, в пневматолитический этап.

Н е п т у н и т (титаносиликат Mn и щелочей) темнокрасного цвета в зернах и плохо образованных кристаллах, величиной до 0.8 см, редко более — до 5 см. Твердость 5—6. Удельный вес 3.188, $\text{Ng}=1.718$, $\text{Nr}=1.690$, $\text{Ng}-\text{Nr}=0.028$, $2V=31^\circ$. Оптически положительный.

Химический состав нептунита — см. анализ № 21, табл. 10.

Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов: Ti, Mn, Na (сильные линии), Si, Fe (средние линии), K, Al (слабые) и Ca, Mg, V, Be (очень слабые).

Нептунит наблюдается в пегматитах всех типов, за исключением полевошпатового с эвдиалитом и сфеном и цеолитного, но в очень незначительном количестве.

Для нептунита характерен парагенезис с цеолитами.

Нептунит образуется, вероятно, на границе пневматолитического и гидротермального этапов.

Р и н к о л и т (фторсодержащий титаносиликат редких земель, Ca, Sr, Na) наблюдается в пластинчато-призматических выделениях светлооричневого цвета, длиною до 3—5 см. Он встречается редко и в незначительном количестве как один из второстепенных минералов среди пегматитовых выделений долины р. Сулуай, не принадлежащих ни к одному из вышеописанных пегматитовых типов. Для ринколита характерен парагенезис с апатитом и сфеном.

Ринколит, кроме Ловозерских тундр, известен в Хибинских тундрах, откуда и был впервые описан Э. М. Бонштедт (1926 г.).

Ч и н г л у с у и т (водный титаносиликат щелочей и марганца) черного цвета, встречается исключительно в зернах величиной до 0.5 см. Твердость 2—3. Удельный вес 3.25. Изотропен. Показатель преломления 1.582. Рентгеновское изучение минерала показало аморфное строение минерала (вероятно, метамиктный минерал).

Химический состав чинглусуита — см. анализ № 23, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов, помимо выявленных химическим путем: Al, Be (средние линии), Sr (очень слабые линии) и Sn $\sim 0.01\%$. Редкие земли, согласно спектроскопическому изучению, представлены Yb, Y (средние линии) и Ho (слабая линия).

Чинглусуит встречается только в пегматитовых выделениях лампрофиллит-эвдиалитового типа с рамзаитом и мурманитом долины р. Чинглусуай.

Для чинглусуита характерен парагенезис с содалитом, эвдиалитом, микроклином и минералами, изучение которых еще не закончено. Он обра-

зовался, вероятно, в конце пегматитовой фазы (С). Чинглусуит, кроме Ловозерских тундр, нигде пока не известен.

Л о п а р и т (ниобо-титанат редких земель, Са и Na) черного цвета, встречается исключительно в кристаллах кубической сингонии величиною обычно около 1 мм, редко — до 2—3 мм. Кристаллы почти всегда двойники прорастания по флюоритовому закону, согласно И. Г. Кузнецову, впервые описавшему данный минерал (1925 г.). Твердость 5.5—6. Удельный вес 4.760. Показатель преломления — 2.3—2.4.

Химический состав лопарита — см. анализ № 24, табл. 10.

В пегматитах лопарит встречается в незначительном количестве и редко. Из 350 просмотренных автором пегматитовых образований, находящихся как в коренном залегании, так и в россыпи, лопарит был встречен в 29 месторождениях микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином, в двух месторождениях ортоклазового с ильменитом и сфеном и в одном — альбитового типа.

Лопарит, кроме пегматитов, находится и в породах, слагающих Ловозерский щелочной массив. В них он наблюдается как один из породообразующих или второстепенных минералов. Наиболее значительная концентрация лопарита известна в следующих породах: лопаритовом луюврите, лопаритовом уртите, лопаритовом малиньите и лопаритовом лювите. Из них наиболее широко распространены лопаритовые луювриты, которые представлены несколькими горизонтами (с углом падения обычно от 10 до 20°) на протяжении десятков километров. Мощность лопаритовых горизонтов колеблется от 0.5 до нескольких метров. Мощность лопаритового уртита и лопаритового малиньита по сравнению с таковой лопаритовых луювритов значительно меньше, но концентрация в них лопарита выше.

Лопарит, кроме Ловозерских тундр, известен в Хибинском щелочном массиве, откуда и был впервые описан (Кузнецов, 1925).

А п а т и т — светлозеленого цвета, встречается в зернах, величиной до 0.5 см, или в плохо образованных призматических выделениях, длиною до 1 см.

Химический состав апатита — см. анализ № 25, табл. 10.

Спектроскопическое изучение апатита (С. А. Боровик) показало содержание в нем следующих элементов: Р, Mn, Са (очень сильные линии), Sr (сильная линия), Ti, Mg, Na, V (средние линии), Zn, Pb, Ce, La, Y (слабые линии), Yb и Al (очень слабые).

Апатит в пегматитах наблюдается редко и в очень незначительном количестве. Он является характерным минералом для пегматитовых выделений ортоклазового типа с ильменитом и сфеном, но и в них наблюдается не всегда и в очень незначительном количестве, за исключением двух месторождений средней долины р. Коклухтиуай, в которых на ряду с мангано-ильменитом и полевым шпатом является одним из главных минералов, слагающих эти месторождения.

Апатит, кроме того, в очень незначительном количестве встречен 1) в двух месторождениях полевошпатового типа с эвдиалитом и сфеном долины р. Сулуай, 2) в одной из пегматитовых жил р. Коклухтиуай, сложенной эгирином и K-Na-полевым шпатом с значительным содержанием циркона и 3) в цеолитных прожилках северо-восточного склона г. Нинчурт.

Для апатита характерен парагенезис с мангано-ильменитом и сфеном. Время выделения апатита — пневматолитический этап.

Э р и к и т (водный фосфат редких земель) — бледнозеленовато-желтого цвета, встречается в кристаллах и зернах, величиной до 1.5 см. Твердость 2—3, удельный вес 3.77—3.79, Ng около 1.730, Np около 1.700, Ng—Np = 0.02—0.03. Вероятно, одноосный и положительный.

Определение осности и знака эрикита производилось в сходящемся свете и на Федоровском столике, но в виду малого размера отдельных индивидуумов, величиной от 0.1 до 0.01 мм и меньше (из которых состоят отдельные

Оксиды	№ 1 Ильменит	№ 2 Микроклин	№ 3 Ортоклаз	№ 4 Нефелин	№ 5 Гакманит	№ 6 Содалит	№ 7 Уссингит	№ 8 Натролит	№ 9 Эрицит I	№ 10 Эрицит III	№ 11 Арфведсонит	№ 12 Биотит
SiO ₂	0.11	63.87	65.16	45.17	36.69	37.85	59.30	47.45	52.22	52.48	53.70	39.84
TiO ₂	51.35	—	—	следы	—	нет	—	—	2.32	1.80	1.68	1.56
ZrO ₂	—	—	—	0.02	—	—	—	—	0.80	не опр.	0.09	—
ThO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nb ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	нет
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ce ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	не опр.	—	—
Σ (Ce, La) ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ Y ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	—	18.59	20.98	32.29	31.40	31.08	17.30	27.40	0.95	1.91	5.80	10.45
Fe ₂ O ₃	4.67	0.71	0.61	0.77	0.85	0.51	—	0.25	25.36	28.58	5.01	1.73*
FeO	28.46	—	—	0.14	—	0.34	—	—	1.31	1.35	13.01	11.23
MnO	14.73	следы	следы	—	следы	нет	—	—	0.55	1.40	0.75	1.10
MgO	0.56	0.16	0.28	0.05	0.03	0.14	—	—	2.07	0.67	6.98	20.31
CaO	0.20	0.14	0.78	0.20	0.19	0.34	0.33	0.07	3.60	1.12	2.08	0.04
SrO	—	—	—	следы	—	нет	—	—	не опр.	не опр.	—	—
BaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na ₂ O	—	1.27	4.51	15.74	25.96	22.27	19.09	15.45	10.00	9.37	8.28	1.25
K ₂ O	—	15.20	8.43	4.99	0.23	0.43	0.90	0.42	—	1.13	2.35	9.17
H ₂ O + 110°	—	0.33	—	0.33	0.30	1.06	3.40	9.16	0.14	0.22	нет	1.95
H ₂ O - 110°	—	—	—	0.13	0.04	0.44	0.30	—	0.13	—	нет	0.39
F	—	—	—	—	не опр.	нет	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	5.64	4.88	0.04	следы	—	—	нет	—
S	—	—	—	—	0.38	0.02	0.08	—	—	—	—	—
CO ₂	—	—	—	—	—	нет	—	—	—	—	—	—
	100.08	100.26	100.75	99.83	101.71	100.64 ¹	100.74	100.20	99.52	99.93	99.73	99.02
-O=F ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-O=Cl ₂	—	—	—	—	1.39	0.97	0.02	—	—	—	—	—
-O=S	—	—	—	—	—	—	0.04	—	—	—	—	—
Сумма	100.08	100.26	100.75	99.83	100.32	99.67	100.68	100.20	99.52	99.93	99.73	99.02
Аналитик	Владимирова М. Е.	Исаков Е. Н.	Смирнов В. А.	Владимирова М. Е.	Несте- рова Ю.	Гераси- мовский В. И.	Владимирова М. Е.	Пей- марк О. М.	Сенде- рова В. М.	Влади- миров Е. М.		
Месторождение:	долина р. Кок- лукти- уай	г. Пун- каруайв	г. Суо- луайв	г. Пункаруайв	долина р. Уэль- куай	г. Пун- каруайв	г. Ман- непахт	г. Ман- непахт	2-й пирк Раслака	г. Сен- гисчорр	г. Кок- лук- веркпахт	г. Ню- чур

¹ В том числе 1.23% — нерастворимый остаток.

* Включая 0.20%

зерна и кристаллы эричита), и их волнистого угасания осевые фигуры в скользящем свете получались неясные, а темноты при их установке на Федоровском столике — неотчетливые.

Химический состав эричита — см. анализ № 26, табл. 10. Спектроскопическое изучение (С. А. Боровик) показало, что редкие земли в нем представлены следующими элементами: La (очень сильная линия), Ce, Pr, Ho, Pb (сильные линии) и Nd (слабая линия).

Эрицит в незначительном количестве найден в трех месторождениях. Два из них представлены уссингитовыми месторождениями г. Пункаруайв, а третье — пегматитом микроклинового типа с эвдиалитом и эгирином долины р. Тулбньнуайв. В одном из участков этого месторождения среди шпрееуштейна совместно с пизолитом, уссингитом, нептунитом, сфалеритом и молибденитом встречаются и редкие выделения эричита.

Для эричита характерен парагенезис с шизолитом, стенструпином, нептунитом, сфалеритом, уссингитом и цеолитами. Он образовался, вероятно, на границе пневматолитического и гидротермального этапов.

Эрицит, до нахождения его автором в 1934 г. в Ловозерских тундрах, был известен только в Южной Гренландии.

лов Ловозерских тундр

№ 13 Шизо- лит	№ 14 Стен- струпан	№ 15 Эдда- лит	№ 16 Мезо- диалит	№ 17 Ката- плект	№ 18 Лампро- филлит	№ 19 Эниг- матит	№ 20 Рамзанит	№ 21 Непту- нит	№ 22 Мурма- нит	№ 23 Чинглю- сунт	№ 24 Лопар- ит	№ 25 Апатит	№ 26 Эриктит
49.10	32.10	50.09	51.23	44.73	30.06	40.86	34.06	53.58	30.93	39.50	0.27	следы	3.42
0.02	2.13	0.39	0.56	0.16	31.28	8.16	46.26	15.07	29.51	9.62	39.24	следы	—
—	—	12.82	13.98	31.24	0.05	—	—	—	1.40	3.02	—	—	—
9.35	10.23	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06	0.67	—	0.32
—	—	0.54	не опр.	—	—	—	—	—	7.71	—	—	—	—
—	—	0.06	*	—	—	—	—	—	0.50	—	—	—	0.90
—	3.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	10.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.29	—	—
1.00	13.56	2.12	1.68	0.24	—	—	0.32	—	—	1.18	15.55	3.20	55.96
—	0.77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.46	—	—
0.88	1.81	0.60	0.67	0.48	0.37	1.87	0.90	—	—	—	—	0.70	0.23
—	—	1.79	3.39	—	3.16	31.50	1.03	2.68	3.34	2.84	0.06	0.15	0.30
15.92	9.06	2.31	2.50	следы	3.21	2.42	0.02	12.94	2.42	14.53	—	следы	0.12
0.10	0.05	следы	0.27	0.04	0.53	1.31	следы	нет	0.27	нет	—	0.30	0.98
12.72	1.85	8.96	9.62	2.06	1.20	0.48	0.35	0.40	2.74	1.75	5.26	48.80	1.57
0.28	—	—	следы	—	14.49	—	—	—	—	нет	0.82	5.50	0.90
—	—	—	—	—	1.09	—	—	—	—	—	—	—	—
7.72	2.09	15.55	11.16	9.28	12.70	6.58	16.20	8.78	7.44	5.52	9.06	0.69	1.05
0.74	—	0.62	0.69	0.80	—	0.62	0.28	5.36	0.56	0.41	0.76	—	—
1.15	21.74	—	—	10.28	0.39	0.21	0.33	0.04	6.06	7.92	—	нет	7.39
—	—	3.06	2.88	0.22	—	0.04	—	0.08	6.46	13.92	—	—	—
—	—	—	—	—	1.65	—	—	—	0.19	нет	—	2.14	—
—	—	0.74	1.26	—	0.27	следы	—	нет	—	0.12	—	0.04	—
—	—	следы	—	—	—	0.14	—	—	—	—	—	следы	1.16
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
98.98	100.92	99.65	99.89	100.33	101.17	100.47	99.75	100.63	99.53	100.39	99.72	101.32	98.61
—	—	—	—	—	0.76	—	—	—	—	—	—	0.90	—
—	—	0.15	0.27	—	—	—	—	—	—	0.02	—	—	—
98.98	100.92	99.50	99.82	100.33	100.41	100.47	99.75	100.63	99.53	100.37	99.72	100.42	98.61
Влади- мирова М. Е.	Бор- неман И. Д.	Вло- давец Н. И.	Егорова Е. Е.	Влади- мирова М. Е.	Вло- давец Н. И.	Влади- мирова М. Е.	Бело- глазов К. Ф.	Несте- рова Ю.	Бурова Т. А.			Яценко М. Л.	Бор- неман И. Д.
г. Пункаруайв	г. Ангув- дасюр	г. Ман- непахк	долина р. Су- луй	г. Сен- гисюр	г. Пун- каруайв	Перевал р. Та- вайок	долина р. Туль- ньякуай	г. Пун- каруайв	долина р. Чинг- лусуайв	г. Пинецурт	А. р. Кон- хутиуай	г. Пун- каруайв	

Ловозерский эриктит по своим физическим и химическим свойствам (содержит больше P_2O_5 и $\Sigma(Se, Y)_2O_3$ меньше SiO_2 и Al_2O_3) значительно отличается от гренландского. Причину этого автор (1937 г.) видит в загрязнении гренландского эриктита, согласно О. В. Böggild (1903 г.), гидронефелином.

В пегматитах Ловозерского щелочного массива, кроме вышеописанных, наблюдается еще несколько минералов, повидимому, новых, изучение которых не окончено.

Последовательность выделения минералов, наблюдаемых в щелочных пегматитах Ловозерского массива, приведена на рис. 4.

Химические элементы пегматитов

В образовании минералов, составляющих пегматиты Ловозерского щелочного массива, принимают участие 41 элемент из 79, считая все редкоземельные элементы (за исключением иттрия) за один. На табл. 11 по клеткам Менделеевской таблицы нанесены химические элементы, входящие в состав минералов, наблюдаемых в щелочных пегматитах Ловозерских тундр.

При просмотре данной диаграммы видно, что пегматиты в основном сложены следующими элементами: Na, Al, Si, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Sr, Zr,

Название минералов	Фазы (по Ферсману)							
	Магматическая А	Эпимагматическая В	Пегматитовая С	Пегматитовидн. D - E	Найпротическ. F - G	Гидротермальные H - J - K	Гипергенная L	
1 Зегирин.....		I		II	III			
2 Нефелин.....								
3 Эвдиалит.....								
4 Микроклин.....								
5 Ортоклаз.....								
6 Лопарит.....								
7 Дрфведсонит.....								
8 Рамзаит.....								
9 Лампрофиллит.....								
10 Ильменит.....								
11 Стен.....								
12 Содалит.....								
13 Энигматит.....								
14 Мурманит.....								
15 Стенструпин.....								
16 Шизолит.....								
17 Ринколит.....								
18 Слюда.....								
19 Апатит.....								
20 Альбит.....								
21 Астрофиллит.....								
22 Канкринит.....								
23 Каталлит.....								
24 Циркон.....								
25 Зринит.....								
26 Молибденит.....								
27 Флюорит.....								
28 Нептунит.....								
29 Урсинит.....								
30 Ансальцит.....								
31 Сталерит.....								
32 Галенит.....								
33 Натролит и целолиты.....								

Рис. 4. Схема последовательности выделения минералов в пегматитах Ловозерского щелочного массива.

Nb, TR. Из них Na, Cl, Ti, Zr и частично Sr, Mn и Nb являются теми элементами, которые характеризуют пегматиты Ловозерских тундр.

Для более отчетливого представления о геохимических особенностях щелочных пегматитов Ловозерских тундр приводятся геохимические диаграммы гранитных и габброидных пегматитов (табл. 12 и 13, заимствованные у А. Е. Ферсмана — 1932 г.).

Щелочные пегматиты Ловозерских тундр по комплексу наблюдаемых в них элементов занимают промежуточное положение между гранитными пегматитами и пегматитами основных пород. С первыми связь выражается через следующие элементы: F, Zr, Nb, Ta, Hf, TR и др., а со вторыми — через Mg, S, Ce, V, Sr и др.

Щелочные пегматиты по своему химическому составу все же ближе стоят к гранитным, от которых отличаются преобладанием Sr, Zr, Ti, Fe, а также и тем, что в них Ce-группа преобладает над Y, $Cl > F$, $Na > K$, $Th > U$.

Ниже приводится краткая характеристика элементов, наблюдаемых в пегматитах Ловозерского щелочного массива.

В о д о р о д (H) в виде воды играет большую роль в образовании минералов. Воду в значительном количестве содержат следующие минералы: чингисунит (21.84%), мурманит (около 12.5%), стенструпин (12.74%),

Таблица 11

Элементы пегматитов Ловозерского щелочного массива

	I	II	III	IV	V	VI	VII	O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	<u>H</u>								(Li)	Be		C		<u>O</u>	F		2
3	<u>Na</u>	Mg	<u>Al</u>	<u>Si</u>	P	S	<u>Cl</u>		<u>K</u>	<u>Ca</u>	.	<u>Ti</u>	V		<u>Mn</u>	<u>Fe</u> (Ni)	4
5	Cu	Zn	(Ga)	((Ge))					(Rb)	<u>Sr</u>	Y	<u>Zr</u>	<u>Nb</u>	Mo			6
7				(Sn)			.			Ba	<u>TR</u>	Hf	Ta	((W))			8
9				Pb	((Bi))					(Ra)		Th		(U)			10

Элементы гранитных пегматитов

Таблица 12

	I	II	III	IV	V	VI	VII	O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	<u>H</u>	—	—	—	—	—	—	<u>He</u>	<u>Li</u>	<u>Be</u>	<u>B</u>	C	.	<u>O</u>	<u>F</u>	.	2
3	<u>Na</u>	(Mg)	<u>Al</u>	<u>Si</u>	<u>P</u>	(S)	(Cl)	.	<u>K</u>	Ca	<u>Sc</u>	Ti			<u>Mn</u>	Fe	4
5	(Cu)	(Zn)	(Ga)	(Ge)		.	.	.	<u>Rb</u>	.	Y	<u>Zr</u>	<u>Nb</u>	<u>Mo</u>	(Re)	...	6
7	.	.	.	Sn	(Sb)	.	.	.	<u>Cs</u>	.	<u>TR</u>	Hf	<u>Ta</u>	(W)	.	...	8
9	(Au)	.	Tl	(Pb)	Bi	(Po)	?	Nt	?	<u>Ra</u>	Ac	Th	Pa	<u>U</u>	—	—	10

Таблица 13

Элементы пегматитов габбро-норитовых магм

	I	II	III	IV	V	VI	VII	O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	H	—	—	—	—	—	—	.	.	.	.	<u>C</u>	.	O	..	.	2
3	<u>Na</u>	<u>Mg</u>	Al	<u>Si</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Cl</u>	.	K	<u>Ca</u>	.	Ti	<u>V</u>	<u>Cr</u>	Mn	Fe, Ni	4
5	Cu	.	.	.	.	.	.	.	.	Sr	.	.	.	.	.	Ru, Pd	6
7	Ag	.	.	.	.	.	.	.	.	(Ba)	.	.	.	.	.	Os, Ir, <u>Pt</u>	8
9	.	.	.	.	.	.	?	.	?	.	.	.	.	—	—	—	10

Примечания к таблицам 11, 12, 13:

Элементы подчеркнутые находятся в значительных количествах.

Элементы не подчеркнутые находятся в малых количествах.

Элементы в скобках определены путем спектрального анализа.

Элементы в двойных скобках сомнительные, требуют дополнительной проверки.

эрицит (7.3%), катаплит (10.50%), уссингит (3.70%), цеолиты (натролит 9.16%, анальцит и др.). Они, за исключением мурманита и стенструпина (выделившихся в конце пегматитовой фазы), образовались в конце пегматитового процесса — в пневматолитический и гидротермальный этапы.

Л и т и й (Li) — не характерный элемент пегматитов. Он обнаружен спектроскопически в трех минералах: содалите, уссингите и слюде из группы биотита.

Б е р и л л и й (Be) в минералах пегматитов, за исключением одного неизвестного минерала, содержащего 12.67% BeO, находится в таком незначительном количестве, что присутствие его устанавливается только путем спектрального анализа. Последним способом он обнаружен в 18 минералах: нефелине, ортоклазе, микроклине, эвдиалите, арфведсоните, сфене, пизолите, стенструпине; эгирине II, в слюдах, астрофиллите, катаплите, нептуните, флюорите, галечите и в трех минералах, название которых еще не установлено.

Образование минералов, содержащих Be, происходило, начиная с пегматитовой фазы и кончая гидротермальными.

У г л е р о д (C) — не характерный элемент. Известен в 5 минералах: кальците (элатолит), гакманите, канкрините, церуссите и эриците (1.16 CO₂), которые, за исключением гакманита, находятся в очень незначительном количестве. Минералы, содержащие углерод, образовывались в различные фазы.

К и с л о р о д (O) — характерный элемент пегматитов. В последних количество его было не всегда достаточно, поэтому Fe, например, находится как в окисной форме — в эгиринах, мурманите и др., так и в закисной — в арфведсоните, энigmatите, мангано-ильмените и др. Минералы, содержащие в своем составе окисное железо, обычно встречаются вместе с минералами, содержащими закисное железо. Образование последних происходило в течение почти всего пегматитового процесса, начиная с пегматитовой фазы (арфведсонит, мангано-ильменит и др.) и кончая началом гидротермального этапа (нептунит).

Ф т о р (F) — мало характерный элемент. Известен в четырех минералах: лампрофиллите (1.65—1.83%), мурманите (0.19%), апатите (2.14%) и флюорите. Последний в пегматитах встречается редко и в очень незначительном количестве.

Н а т р и й (Na) — очень характерный элемент. Он входит в состав почти всех минералов, наблюдаемых в пегматитах, причем нередко в значительном количестве. Причину этого необходимо искать в избытке щелочей над глиноземом, чем и характеризуется Ловозерский щелочной массив.

Недостаток Al₂O₃ компенсируется Fe, Ti, Zr и др., а поэтому на ряду с обычными патровыми алюмосиликатами (альбитом, нефелином и содалитом) образуются эгирин (щелочной пироксен), арфведсонит (щелочная роговая обманка), а также цирконо- и титано-силикаты, содержащие большие количества натрия. Наибольшее количество Na₂O находится в следующих минералах: эгирине (9—10%), энigmatите (6.58%), нефелине (15.74%), содалите (25.96%), альбите, натролите (15.45%), рамзаите (около 16%), мурманите (7.44%), лопарите (9.06%), эвдиалите (15.55%), катаплите (9.25%), нептуните (8.78%) и др.

Минералы с значительным содержанием натрия образовывались в течение всего процесса формирования пегматитов, начиная с эпимагматической фазы и кончая гидротермальными.

М а г н и й (Mg) встречается почти во всех минералах, наблюдаемых в пегматитах, но обычно в очень незначительном количестве. Содержание MgO свыше 1% известно в четырех минералах: в эгирине (от 1.47 до 2.07%), энigmatите (1.31%), арфведсоните (6.98%) и биотите (20.31%).

А л ю м и н и й (Al) играет большую роль в образовании пегматитов. Последние в основном сложены алюмосиликатами: микроклином (18.58% Al₂O₃), ортоклазом (20.98%), альбитом, нефелином (32.29%), гакманитом

(31.40%), вторичным содалитом (31.08%), уссингитом (17.15%) и цеолитами (главным образом натролитом — 27.40%).

Минералы, содержащие значительные количества алюминия, образуются главным образом или в начале пегматитового процесса, в фазы В и С (микроклин, ортоклаз, нефелин, частично — содалит) или в конце — в гидротермальные фазы (уссингит, шпреустейн, цеолиты) за счет изменения ранее образовавшихся алюмосиликатов.

К р е м н и й (Si) в образовании пегматитов играет большую роль. Все минералы, слагающие пегматит как главные, так и большинство второстепенных содержат в своем составе значительные количества SiO_2 , например, нефелин 45.17%, микроклин 63.87%, ортоклаз 65.16%, содалит 36.69%, эгирин около 52%, арфведсонит около 47%, эвдиалит 49-50%, рамзаит — 34.07%, лампрофиллит — 30-31%, мурманит около 30%, альбит около 69%, натролит 59.15% и т. д.

Минералы, содержащие значительные количества кремния, образуются во все фазы пегматитового процесса, начиная с фазы В и кончая гидротермальными.

Ф о с ф о р (P) известен в четырех минералах: стенструпине (3.74% P_2O_5), эриките (24.31%), апатите (38.20%) и в одном из неизвестных минералов. Первые два минерала встречаются очень редко и в незначительном количестве.

С е р а (S) играет небольшую роль в минералах пегматитов. Она известна в содалите (0.02%), гакманите (0.38%), энigmatите (0.14%), уссингите (0.09%), канкрините и в сульфидах: молибдените, сфалерите и галените. Все они, за исключением гакманита, встречаются очень редко и в незначительном количестве.

Выделение минералов, содержащих серу (за исключением гакманита), происходило в конце магматического процесса — в пневматолитический и в начале гидротермального этапов (вторичный содалит, канкринит, уссингит и сульфиды).

Х л о р (Cl) — характерный элемент пегматитов. Он известен в следующих минералах: содалите (4.88%), гакманите (5.64%), эвдиалите (0.74%), мезодиалите (1.26%), лампрофиллите (0.27% — 0.62%), энigmatите (следы), уссингите (0.04%), натролите (следы) и в двух неизвестных минералах (в одном 0.2%, в другом — следы). Из них только первые четыре минерала находятся в пегматитовых выделениях в значительных количествах.

Выделение минералов, содержащих хлор, в основном происходило в пегматитовую фазу.

К а л и й (K) по сравнению с натрием играет меньшую, по все же значительную роль в пегматитах. Он входит в состав почти всех минералов, содержащих натрий. Из них только в трех минералах — ортоклазе, микроклине и биотите K содержится в большем количестве, чем Na. Первые два минерала являются главными большинства пегматитовых выделений. Содержание K в минералах обычно очень незначительно: свыше 1% он находится в пяти минералах — микроклине (15.20% K_2O), ортоклазе (8.43%), нефелине (4.99%), нептуните (5.36%) и биотите (9.17%). Образование минералов, содержащих калий в значительном количестве, происходило (за исключением нептунита, минерала, часто наблюдаемого, но в незначительном количестве) в эпимагматическую и пегматитовую фазы.

К а л ь ц и й (Ca) входит в состав почти всех минералов, наблюдаемых в пегматитах, но обычно в незначительных количествах. Высокое содержание CaO известно в следующих минералах: эвдиалите (8.96%), мезодиалите (9.62%), лопарите (5.26%), шизолите (12.72%), сфене (25—27%), ринколите (около 26%), апатите (около 52%) и флюорите.

Минералы, содержащие значительные количества Ca, в основном выделялись в пегматитовую фазу и частично в пневматолитический этап.

Т и т а н (Ti) является одним из наиболее характерных элементов пегматитовых образований. В последних в значительном количестве он нахо-

дятся в следующих минералах: лопарите (39.24% TiO_2), рамзаите (45—46%), мурманите (29.51%), лампрофиллите (25—31%), сфене (около 39%), мангано-ильмените (51.35%), нептуните (15.07%) и др. Из них рамзаит, лампрофиллит, а иногда мурманит, сфен и мангано-ильменит нередко находятся в очень больших количествах.

Титан в незначительных количествах (от следов до 1—2%) находится почти во всех остальных минералах, наблюдаемых в пегматитах.

Минералы с высоким содержанием Ti, за исключением нептунита, выделялись в основном в пегматитовую фазу и частично — в пегматоидную. В зависимости от условий происходило образование: рамзаита — среда щелочная и нет F, Cl и H_2O ; мурманита — много Nb и H_2O ; лампрофиллита — много Sr и есть Fe и Cl; сфена — много кальция; мангано-ильменита, энigmatита и нептунита — при избытке Fe или Mn.

Ванадий (V) — мало характерный элемент пегматитов. В незначительном количестве (от 0.01 до 0.04% V_2O_5) находится в эгиринах.

Спектроскопически обнаружен в энigmatите, сфене и апатите.

Марганец (Mn) — характерный элемент пегматитов. Он в значительном количестве находится в следующих минералах: шизолите (15.92% MnO и 9.35% MnO_2), стенструппине (9.6% MnO), чинглусуите (14.53%), мангано-ильмените (14.73%) и нептуните (12.94%).

Марганец в незначительных количествах — от следов до 2—3% находится почти во всех остальных минералах, наблюдаемых в пегматитах (лампрофиллит 2.92—3.29% MnO, эвдиалит — 2.31%, мурманит — 2.42%, эгирин — от 0.55 до 1.40%, и т. д.).

Образование минералов, содержащих большие количества Mn (за исключением нептунита), происходило в пегматитовую фазу и в начале пегматоидной.

Железо (Fe) играет большую роль в образовании пегматитов. Поскольку Ловозерский щелочной массив характеризуется избытком щелочей над глиноземом, то недостаток последнего частично покрывается железом, которое связывает щелочи с образованием щелочного пироксена — эгирина (эгирин I генерации содержит 21.02—25.36% FeO_3 и 8.41—1.31% FeO, эгирин II—28.58% Fe_2O_3 и 1.35% FeO) и щелочного амфибола — арфведсонита (5.01 Fe_2O_3 и 13.01% FeO). Эгирин и арфведсонит обычно в пегматитах находятся в значительных количествах.

Кроме эгирина и арфведсонита, железо в большом количестве находится в энigmatите (6.28% Fe_2O_3 и 31.50% FeO), мангано-ильмените (4.67% Fe_2O_3 и 28.46% FeO) и биотите (1.73% Fe_2O_3 и 11.23% FeO). В незначительных количествах Fe встречается почти во всех остальных минералах, слагающих пегматиты.

Главная масса минералов, содержащих в своем составе Fe, выделилась в пегматитовую фазу и частично — в пегматоидную.

Никель (Ni) спектроскопически обнаружен в 4 минералах: эгирине I, содалите, уссингите и слюде из группы биотита.

Медь (Cu) — не характерный элемент пегматитов. Кроме халькопирита, ковеллина и куприта, — минералов, единично встречаемых в пегматитах, — он обнаружен спектроскопически в 8 минералах: эвдиалите, арфведсоните, эгирине II, энigmatите, астрофиллите, ильмените, уссингите и галените.

Цинк (Zn) — мало характерный элемент. Он известен только в одном слабо распространенном минерале — сфалерите. Время выделения последнего — конец надкритической и начало гидротермальной фаз.

Галлий (Ga) наблюдается только в рассеянном состоянии. Спектроскопически обнаружен в 25 минералах: ортоклазе $\sim 0.001\%$, нефелине $5 \cdot 10^{-3}$, содалите, уссингите ~ 0.01 , астрофиллите 10^{-4} , сфене $< 10^{-4}$, микроклине, натролите, эгирине I и II, арфведсоните, энigmatите и слюде (в последних — в количестве 10^{-3}), а также в двух неизвестных минералах (в одном 10^{-4} , а в другом — 0.005%).

Из названия вышеприведенных минералов видно, что галлий наблюдается в минералах, содержащих как большие, так и малые количества Al или следы его.

Германий (Ge) обнаружен только спектроскопически в сфене (в бурой его разновидности).

Рубидий (Rb) определен спектроскопически всего в одном минерале — ортоклазе — в количестве 0.001%.

Стронций (Sr) характерный элемент пегматитов. Он в значительном количестве находится в лампрофиллите (7.46—16.76% SrO), очень распространенном минерале среди пегматитовых выделений, и апатите (5.50%). В небольших количествах известен в лопарите (0.62%), шизолите (0.28%), эриките (0.90%) и в виде следов — в нефелине, эвдиалите, мурманите и др.

Иттрий — см. редкие земли.

Цирконий (Zr) — очень характерный элемент пегматитов. Главная его масса сосредоточена в эвдиалите (12.82% ZrO_2), минерале, широко распространенном среди пегматитовых выделений и часто в очень значительных количествах.

Цирконий, кроме эвдиалита, находится еще в ряде минералов: цирконе, катаплеите (31.24% ZrO_2), чипглусуите (3.02%), мурманите (1.40%), эгирине (0.80%), лампрофиллите (0.05—0.42%), нефелине (0.02%). Из них минералы, содержащие наибольшие количества Zr (циркон и катаплеит), встречаются в малых количествах и редко.

Спектроскопически Zr обнаружен в микроклине, ортоклазе, сфене, апатите и галените, а рентгеноспектроскопически — в энigmatите и рамзаите.

Основная масса циркония выделилась в пегматитовую фазу (эвдиалит и др.).

Ниобий (Nb) и тантал (Ta) обычно встречаются в одних и тех же минералах, причем последний наблюдается только в тех, где есть Nb.

Ниобий и тантал известны в следующих минералах: лопарите (10.82% Nb_2O_5 и 0.66% Ta_2O_5), мурманите (7.71 Nb_2O_5 и 0.50% Ta_2O_5), рамзаите (1.61—2.80% Nb_2O_5 + Ta_2O_5), сфене (1.5% Nb_2O_5), мангано-ильмените (0.5% Nb_2O_5), лампрофиллите (0.2% Nb_2O_5), эвдиалите (0.54% Nb_2O_5 и 0.06% Ta_2O_5) и эриките (0.90% Nb_2O_5).

Из вышеприведенного видно, что Nb и Ta не образуют самостоятельных соединений и в основном входят в состав титансодержащих минералов.

Отсутствие самостоятельных ниобиевых и танталовых минералов, вероятно, объясняется тем, что Ловозерский щелочной массив обогащен титаном, который в количественном отношении значительно преобладает над Nb и Ta. Поскольку радиусы ниобия (Nb^5 —0.69) и тантала (Ta^5 —0.69) близки к радиусу титана (Ti^4 —0.69 Å), естественно, что в процессе формирования этого массива Nb и Ta не образовывали самостоятельных соединений, а концентрировались в минералах, содержащих титан, изоморфно замещая последний. Главная масса Nb и Ta выделилась в пегматитовую фазу и в начале пегматоидной.

Молибден (Mo) — не характерный элемент пегматитов и встречается лишь в молибденовом блеске. Последний наблюдается очень редко и в незначительном количестве.

Олово (Sn) обнаружено спектроскопическим путем в следующих минералах: эгирине, эвдиалите, рамзаите, сфене, стенструппине и в одном из неизвестных минералов в количестве 0.01%.

Барий (Ba) — не характерный элемент пегматитов. Нахождение его известно в лампрофиллите (0.56—1.44% BaO) и эвдиалите (в последнем он обнаружен спектроскопическим путем).

Редкие земли находятся в ряде минералов, слагающих пегматиты, а именно: в эриките (55.96% Σ (Ce, La, Y) $_2O_3$), лопарите (16.29% CeO_3 , 15.55% Σ (Ce, La) $_2O_3$ и 0.46% Y_2O_3), стенструппине (10.45% Ce_2O_3 , 13.56% Σ (Ce, La) $_2O_3$ и 0.77 Σ Y_2O_3), эвдиалите (2.12% Σ (Ce, La, Y) $_2O_3$), апатите (3.20%

$\Sigma(\text{Ce, La})_2\text{O}_3$), в одном из неизвестных минералов (8.77% Ce_2O_3 , 10.48% $\Sigma(\text{Ce, La})_2\text{O}_3$ и 0.95 $\Sigma \text{Y}_2\text{O}_3$) и др.

Из приведенных данных видно, что цериевая группа преобладает над иттриевой.

Минералы, содержащие в своем составе редкие земли, выделились в пегматитовую фазу, за исключением двух редко наблюдаемых минералов: катаплевита и эрикита, образование которых, вероятно, происходило в надкритические фазы.

Гафний (Hf) — не характерный элемент пегматитов. Известен только в эвдиалите в количестве $\sim 0.1\%$ в виде изоморфной примеси к цирконию.

Тантал (Ta) — см. ниобий.

Вольфрам (W) путем рентгенохимического изучения обнаружен (Боровским И. Б.) в лопарите.

Свинец (Pb) — не характерный элемент пегматитов. Он входит в состав двух минералов: галенита, встреченного в незначительном количестве в одном из уссингитовых месторождений, и церуссита, образовавшегося за счет изменения галенита.

Свинец, кроме того, спектроскопически обнаружен в ортоклазе, лампрофиллите, эвдиалите, сфене, стенструппине, апатите и эриките. В некоторых минералах (стенструппине и эриките) он образовался, вероятно, за счет распада тория.

Висмут (Bi) обнаружен только спектроскопически в одном минерале — галените.

Радий (Ra) — см. уран.

Торий (Th) — мало характерный элемент пегматитов. Известен в стенструппине (10.23% ThO_2), лопарите (0.67%), эриките (0.32%) и нептуните ($47 \times 10^{-4}\%$).

Уран (U) и радий (Ra) были обнаружены в нептуните, исследование которого в Радиевом институте, по данным Л. В. Комлева, дало следующие результаты: $U > 0.2 \times 10^{-4}$ и $Ra \sim 23.4 \times 10^{-4} \%$.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. К пегматитовым образованиям Ловозерского щелочного массива вполне применимо определение пегматита, данное А. Е. Ферсманом в его работах (Fersmann A., 1929, Ферсманн А. Е., 1932). Они представляют собою жильные тела, образующиеся в результате охлаждения остаточного расплава нефелино-сиенитовой магмы, начиная с эпимагматической фазы и кончая последними выделениями гидротермальных фаз.

Пегматитовые выделения обычно пространственно не разобщены с породами, обусловившими их образование.

Возраст пегматитов различный и определяется возрастом вмещающих пород.

Главная масса пегматитов образовалась в эпимагматический этап (в конце фазы В и в фазу С). Пегматитовый процесс пневматолитического и гидротермального этапов выражен слабее и представлен:

а) минералами, главным образом вторичными (канкринит, содалит, катаплевит, астрофиллит, уссингит и цеолиты), находящимися в незначительном количестве среди пегматитов;

б) пегматитовыми выделениями мало распространенных типов: альбитового, содалито-уссингитового и цеолитного, причем главные минералы — уссингит и цеолиты последних двух типов — возникли за счет замещения минералов, образовавшихся в более ранние фазы.

2. Пегматиты Ловозерского щелочного массива представлены жилами и телами шпировидной формы. Они по сравнению с пегматитами кислой магмы имеют небольшие размеры. Видимая длина пегматитовых жил не превышает 200 м при мощности 1—2 м, а размеры шпировидных тел редко более 1 м в диаметре.

Величина отдельных минералов, слагающих пегматиты, не превышает 0.6 м (по длине).

В распределении минералов, слагающих пегматиты, не наблюдается никакой закономерности. В пегматитовых жилах всякий бок не отличим от лежащего ни по величине зерна, ни по минералогическому составу.

3. Минералогический состав и минеральные ассоциации пегматитов определяются общим химизмом Ловозерского щелочного массива. Для него характерен избыток щелочей над глиноземом ($K + Na > Al$) и обогащение массива Ti и Zr. Однако на ряду с породами, имеющими высокий коэффициент агпаитности (1.40), имеются породы и с низким коэффициентом (0.92), что, повидимому, ведет к нарушению агпаитового порядка кристаллизации.

В Ловозерских тундрах на ряду с меланократовыми пегматитами наблюдаются и лейкократовые, в которых цветные минералы почти или совсем отсутствуют. Кроме того, и в меланократовых пегматитах не всегда ясно выражен агпаитовый порядок кристаллизации. Обычно эгирин I и частично арфведсонит, эвдиалит и рамзаит выделяются раньше микроклина — главного минерала большинства пегматитовых образований.

4. Пегматиты Ловозерского щелочного массива характеризуются в первую очередь следующими элементами, определяющими их особенности: Ti — рамзаит ($\sim 45\%$ TiO₂), лампрофиллит ($\sim 30\%$), мурманит ($\sim 29\%$), сфен ($\sim 38\%$), мангано-ильменит ($\sim 51\%$), нептунит ($\sim 18\%$) и др. Nb — лопарит (10.82% Nb₂O₅), мурманит (7.71%), рамзаит ($\sim 2\%$), сфен (1—2%), эвдиалит (0.5%) и др.

Zr — эвдиалит ($\sim 13\%$ ZrO₂), катаплектит и циркоп.

TR (редкие земли) — лопарит (32.30% $\Sigma(Se, Y)_2O_3$), стенструпин (24.78%), эрицит (55.96%), эвдиалит (2.29%) и др.

Mn — шизолит (15.92% MnO и 9.35% MnO₂), мангано-ильменит (14.7% MnO), стенструпин (9.06%), нептунит (12.94%), мурманит (2.4%), эвдиалит ($\sim 2\%$) и др.

Sr — лампрофиллит (8.16% SrO), эвдиалит (1.42%) и др.

Cl — гакманит (5.64%), эвдиалит (2.19%), лампрофиллит (0.3—0.6%) и др.

H₂O — мурманит (12.5%), стенструпин (12.74%), эрицит (7.39%), катаплектит (10.50%), натролит (9.16%), уссингит (3.70%) и др.

Кроме них, в образовании пегматитов играли большую количественную роль Si, Al, Fe, Ca, K.

5. По минералогическому составу пегматиты подразделяются на 8 типов (табл. 4).

Обычно наблюдается отчетливо выраженная приуроченность каждого типа (за исключением альбитового и цеолитного) пегматитовых образований к определенным горным породам, слагающим щелочной массив, а именно:

а) микроклиновидный тип с эвдиалитом и эгирином приурочен главным образом к разновидностям луяврита и к фойяиту;

б) микроклиновидный с лампрофиллитом — к эвдиалитовому луявриту и жильной его разновидности;

в) лампрофиллит-эвдиалитовый с рамзаитом и мурманитом — к содалитовому сиениту;

г) полевошпатовый с эвдиалитом и сфеном — к сфеновому ийолиту и равнозернистому нефелиновому сиениту;

д) ортоклазовый с ильменитом и сфеном — к пойкилитовому равнозернистому и порфировидному нефелиновым сиенитам;

е) содалито-уссингитовый — к фойяиту, содержащему содалит.

Среди пегматитовых образований нередко встречаются и такие, которые по своему минералогическому составу являются переходными между этими типами и обычно залегают на контакте двух различных пород, или среди них, но вблизи контакта.

Минералогический состав пегматитов и вмещающих пород очень сходен.

В пегматитах по сравнению с вмещающими породами происходит накопление Zr, Ti, Mn, Sr, Cl, H₂O и частично Р и Th.

6. Пегматиты Ловозерского щелочного массива главным образом характеризуются минералами, содержащими Zr, Ti, Na (эвдиалит и титаносиликаты, содержащие Na), или же реже минералами, имеющими в своем составе Са (сфен, апатит, флюорит) и Ti (мангано-ильменит и сфен).

Пегматиты 2-й группы немногочисленны и представлены пегматитовыми выделениями ортоклазового типа с ильменитом и сфеном. Они по своему минералогическому составу близки к миаскитовым пегматитам Ильменского щелочного массива (Ферсман А.Е., 1936). Нахождение в Ловозерском щелочном массиве пегматитов, очень близких по минералогическому составу к таковым ильменского щелочного массива, вероятно, можно объяснить тем, что породы (пойкилитовый и порфировидный нефелиновые сиениты), в которых они залегают, имеют коэффициент агпаитности меньше единицы.

Пегматиты 1-й группы по минералогическому составу очень близки к таковым Хибинского щелочного массива. Различие между ними состоит в том, что хибинские пегматиты содержат больше минералов, имеющих в своем составе Са, TR, F:

Са — сфен, апатит, ринколит, ловчоррит, пектолит, юкспорит, кальциевый ринкит, ферсманит и др. Из них только первые три минерала, и то в незначительном количестве, встречаются в пегматитах Ловозерского щелочного массива.

TR (редкие земли) — кальциевый анцилит, ринколит, ловчоррит, вудъяврит и др. Из них в ловозерских пегматитах известны кальциевый анцилит и ринколит, и то единично.

F — юкспорит, лепидомелан, ферсманит, ловчоррит, кальциевый ринкит, вудъяврит, ринколит, астрофиллит и др. В ловозерских пегматитах изредка и в незначительном количестве наблюдаются только два последние минерала.

В хибинских и ловозерских пегматитах встречается много минералов, содержащих большие количества Ti, причем минералы, наблюдаемые в пегматитах Ловозерских тундр, представлены главным образом титано-силикатами, содержащими Na (мурманит, рамзаит, лампрофиллит и др.), а в хибинских — титано-силикатами, содержащими Са, Na и редкие земли (сфен, ферсманит, ринколит, ловчоррит, вудъяврит, юкспорит и др.).

Ловозерские пегматиты по сравнению с хибинскими богаче минералами, содержащими Cl (гакманит, содалит и др.) и Mn¹ (мангано-ильменит, шизолит, стенструпин, чинглусуит, нептунит и др.). При этом интересно отметить, что содержание Mn в ловозерском нептуните (12.24% MnO) и особенно мангано-ильмените (14.73%) значительно выше, чем в соответствующих минералах из Хибинских тундр (в нептуните 9.95% MnO и ильмените 0.08—0.25%).

7. В пегматитах Ловозерских тундр встречаются минералы: уссингит, стенструпин и эрицит, которые известны только в одном из щелочных массивов Южной Гренландии — в Ilmausak. Этот массив, согласно N. V. Using, характеризуется минералами, содержащими в своем составе Zr (эвдиалит и эльпидит), Ti (энигматит и астрофиллит) и редкие земли (стенструпин, ринкит, эрицит и бритолит). В нем макроскопически (по N. V. Using, 1912) известно 35 минералов, из которых 25 (молибденит, галенит, сфалерит, флюорит, анцилит, К-полевые шпаты, альбит, эгирин, шизолит, арфведсонит, энигматит, эвдиалит, катаплеит, эльпидит, стенструпин, нефелин, содалит, циркон, анальдим, натролит, биотит, астрофиллит, нептунит, эрицит и апатит) встречаются и в пегматитах Ловозерского щелочного массива.

8. Многие минералы, наблюдаемые в пегматитах Ловозерского щелочного массива, содержат в своем составе значительные количества Zr (эвдиалит,

¹ Mn в количественном отношении в хибинских пегматитах, возможно, играет не меньшую роль, чем в ловозерских.

катаплект и циркон), Ti (мангано-ильменит, сфен, рамзаит, лампрофиллит, мурманит, лопарит и др.), Nb (лопарит, мурманит и др.), редких земель (лопарит, стенструпин, эрицит и др.) и Р (апатит и эрицит), но источником сырья вышеуказанных элементов они не являются вследствие малых размеров пегматитовых образований. Эти минералы все же представляют собой большой интерес, так как многие из них находятся и в породах, слагающих щелочной массив. Изучение минералов, образующихся в пегматитах, помогает выяснить условия, благоприятствующие концентрации этих минералов и в породах, слагающих массив. Знание этих условий необходимо и для промышленных целей при использовании в ближайшем будущем некоторых ловозерских породообразующих минералов, в первую очередь лопарита и эвдиалита, как сырья для извлечения из них циркония, ниобия и редких земель.

Лопарит и эвдиалит являются широко распространенными минералами среди пород, слагающих Ловозерский щелочной массив. В них лопарит и эвдиалит находятся в качестве не только акцессорных, но также и породообразующих минералов — эвдиалитовый и лопаритовый луавриты, лопаритовый уртит, лопаритовый малинит и лопаритовый ювит. Распространение этих пород, в которых наблюдается значительная концентрация эвдиалита и лопарита, большое. Запасы эвдиалита и лопарита как промышленного сырья на Zr, Nb и редкие земли в Ловозерском щелочном массиве очень велики. По концентрации в нем Zr, Nb и редких земель массив этот является мировым месторождением, не имеющим себе равных.

ЛИТЕРАТУРА

- Бонштедт Э. М. О новых минералах группы мозандрита из хибинских пород. Изв. Акад. Наук, 1181—1198, 1926.
- Воробьева О. А. Петрографический очерк Ловозерских тундр. Сб. «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр». М. Изд. Акад. Наук, 49—90, 1937.
- Воробьева О. А. и Покровский С. Д. Геолого-петрографический очерк Ловозерских тундр. Сб. «Хибинские апатиты». 8, 9—23, 1935.
- Герасимовский В. И. Рамзаит из центральных частей Хибинских тундр. Тр. Ломоносовск. инст. Акад. Наук, в. 5, 131—147, 1935.
- Герасимовский В. И. К минералогии юго-восточной части Луаввурта. Тр. Ломоносовск. инст. Акад. Наук, в. 7, 5—47, 1936.
- Герасимовский В. И. Эрицит из Ловозерских тундр. Тр. Ломоносовск. инст. Акад. Наук, в. 10, 29—36, 1937.
- Гуткова Н. Н. Краткий отчет о работах в Хибинских и Ловозерских тундрах летом 1924 г. Докл. Акад. Наук, 176—177, 1924.
- Гуткова Н. Н. Результаты минералогических работ в Ловозерских тундрах летом 1925 г. Докл. Акад. Наук, 142—143, 1925.
- Гуткова Н. Н. Краткий отчет о минералогических работах в Ловозерских тундрах летом 1926 г. Докл. Акад. Наук, 147—149, 1927.
- Елисеев Н. А., Ванидовская А. В., Покровский С. Д., Сахаров А. С., Унков В. А. О палеозое в центральной части Кольского полуострова. Проблемы сов. геол., 4, 283—294, 1937.
- Костылева Е. Е. Изоморфный эвдиалито-эвколитовый ряд из Хибинских и Ловозерских тундр. Тр. Мин. музея Акад. Наук, 3, 169—222, 1929.
- Костылева Е. Е. Отчет о работе Ловозерского отряда. Сб. «Хибинские апатиты». 2, 371—374, 1932.
- Костылева Е. Е. Минералогический очерк Хибинских и Ловозерских тундр. Сб. «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр», М., изд. Акад. Наук, 93—126, 1937.
- Кузнецов И. Г. Лопарит, новый редкоземельный минерал Хибинских тундр. Изв. Геол. ком., 44, № 6, 663—682, 1925.
- Куплетский Б. М. Геолого-петрографический очерк Хибинских тундр. Сб. посвящ. пятидесятилетию научн. и педагог. деятельности акад. В. И. Вернадского, М., изд. Акад. Наук., 1013—1040, 1936.
- Лабунцов А. Н. Цеолиты Хибинских и Ловозерских тундр. Тр. Мин. музея Акад. Наук, 2, 91—100, 1927.
- Сборник «Хибинские и Ловозерские тундры», т. 2. Тр. Инст. по изуч. севера, 39, 1—398, 1928.
- Ферсман А. Е. Кристаллы магматического карбоната кальция из Хибинских тундр. Изв. Акад. Наук, 251—273, 1923.

- Ферсман А. Е. Пегматиты, т. I, 32—33 и 383—391. Л-град, изд. Акад. Наук, 1932.
- Ферсман А. Е. Геоэнергетический анализ миаскитовых пегматитов Ильменских гор. Тр. Ильменского заповедника Уральск. филиала Акад. Наук, в. 5, 39—52, 1936.
- Ферсман А. Е. Геохимия, т. 3, 351—355, М. — Л-град, изд. ОНТИ — Химтеоретиздат. 1937.
- Ферсман А. Е. Минералогия и геохимия Хибинских и Ловозерских тундр. Путеводитель 17 Международн. Геол. конгресса. Северная экскурсия, 94—106, 1937.
- Шербина В. В. Петрографический и геохимический очерк горных пород юго-западной части Ловозерских тундр. Матер. по петр. и геохимии Кольского п-ова, ч. 2. Тр. СОПС Акад. Наук, сер. Кольская, в. 3, 59—74, 1933.
- Böggild O. B. New examinations of Steenstrupite. Meddel. om Grönland, 24, 203—213, 1900.
- Böggild O. B. Erikite, a new mineral. Meddel. om Grönland, 26, 93—121, 1903.
- Böggild O. B. New examinations of Schizolite. Meddel. om Grönland, 26, 121—139, 1903.
- Böggild O. B. Ussingit, ein neues Mineral von Kangerdluarsuk. Z. f. Krist. 54, 120—126, 1914.
- Borgström I. H. Geol. For. Förh. 23, 563—566, 1901.
- Brouwer H. A. Molengraaffit, ein neues Mineral aus Transvaal. Cbl. Min., 129, 1911.
- Fersmann A. Geochemische Migration der Elemente. Teil I. Abhandl. z. prakt. geol. u. Bergwirtschaftlehre, 18, 1—75, 1929.
- Flink G. On the Minerals from Narsarsuk. Meddel. om Grönland, 24, 130—137, 1904.
- Klement C. Analysen einiger Mineralien u. Gesteine aus Belgien. Min. u. Petr. Mitt, 8, 1—27, 1887.
- Ramsay W. Geologische Beobachtungen auf der Halbinsel Kola. Fennia, 3, 7, 1—52, 1890.
- Ramsay W. u. Hackman V. Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. Fennia, 11, 1—225, 1894.
- Ramsay W. Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. Fennia, 15, 2, 1—127, 1897—1898.
- Ussing N. V. Geology of country around Julianenhaab, Grönland. Meddel. om Grönland, 38, 344, 1912.

V. I. GERASIMOVSKY

THE PEGMATITES OF THE LOVOZERO ALKALINE MASSIVE

Summary

The Lovozero alkaline massive (the Kola peninsula) is composed mainly of luyavrite and its varieties (see map, Fig. 1). Under the term of pegmatite the author means an association of minerals formed as a result of cooling of a residual melt of nepheline-syenite magma at the period of time from the epimagmatic geophase and till the ending in segregations of hydrothermal geophases, in cavities or prototectonic fractures formed in the rocks of the massive due to the cooling of the latter. The shape of the pegmatite segregations: veins (up to 200 m, up to 1—2 m thick) and bodies in shape resembling irregular schlieren (up to 1 m, rarely more in diameter; see Fig. 2). The pegmatites in the majority of cases occur among the rocks from which they have been derived. The geological age of the pegmatites is different and is determined by the age of the enclosing rocks. The bulk of the pegmatites was formed in the epimagmatic stage (see Fig. 3). The mineralogical composition of the pegmatites and the mineral associations observed in them are determined by the general chemistry of the Lovozero massive. Characteristic for it is an excess of alkalis over alumina and an enrichment in Zr, Ti and Nb. The rocks in the main have a high agpaitic coefficient up to 1.40. In some cases it is as low as 0.92.

In the pegmatites 48 minerals have been found (see Table IX). In mineralogical composition the pegmatites are subdivided into 8 types (see Table IV).

Each type of pegmatite formations (with the exception of the albite and zeolite ones) is observed to be confined to definite rocks composing the mas-

sive. The bulk of pegmatites is characterized by the occurrence in them of eudialyte and sodium titano-silicates. These pegmatites are very near in mineralogical composition to those of the Khibina alkaline massive. The other lesser group of pegmatites (the orthoclase type with ilmenite and sphene) is characterized by minerals containing Ca (sphene, apatite, fluorite) and Ti (ilmenite and sphene), the sodium titano-silicates being usually absent. These pegmatites are confined to rocks with the agpaite coefficient about a unit, and in mineralogical composition are very near to the pegmatites of the Ilmen alkaline massive.

In the Lovozero pegmatites a number of interesting replacements of some minerals by others are observed: 1) of microcline — by albite; 2) of nepheline — by sodalite; 3) of hackmanite and microcline — by ussingite; 4) of nepheline, hackmanite, sodalite and microcline — by zeolites; 5) of aenigmatite — by astrophyllite; 6) of eudialyte — by catapleite, and 7) of nepheline — by cancrinite.

In addition to the description of pegmatites, the paper presents a brief characteristic also of their minerals. In the formation of these minerals 41 elements take part, counting all the rare-earth elements (with the exception of yttrium) for one element (See. Fig. 5).

The pegmatites of the Lovozero alkaline massive contain a number of minerals unknown in other localities (with the exception of the Kola peninsula) — chinglusuite, lamprophyllite, ramsayite, murmanite and loparite. In addition, such rare minerals as ussingite, schizolite, steenstrupin, erikite, etc. are observed in them.

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Введение	1
II. Геолого-петрографический очерк Ловозерского щелочного массива . . .	2
III. Пегматиты	6
Типы пегматитов	7
Вторичные процессы в пегматитах	18
Минералы пегматитовых выделений	20
Химические элементы пегматитов	33
IV. Заключение	40
Литература	43
Резюме	44

Редактор издательства Л. С. Зайцев.

Техн. редакторы П. А. Савельев и В. М. Юрова.

Корректор А. С. Шамбан.

Сдано в набор 14.I 1939 г. Подписано к печати 15/IV 1939 г. Формат $70 \times 108^{1/16}$. Объем 3 п. л.
 Бум. л. $1^{1/2}$. В 1 п. л. 58500 печ. зн. Уч.-авт. 4,31. Уполн. Главлита А-8692. Тираж 800 экз.
 РИСО № 953. АНИ № 1181. Заказ № 352. Цена 2 рубля.

Набор и матрицы 1-й Образцовой типографии ОГИЗа РСФСР треста "Полиграфкнига", Москва,
 Валовая, 28. Отпечатано с матриц на 7-й Полиграф. фабрике им. 25-летия ВКП(б), г. Днепропетровск.
 Заказ № 8972

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует
6	24 снизу	про-	прото-
23	1 сверху	-изоперт и	-изопертит
41	29 снизу	(8.16% SrO)	(7.46—16.76% SrO)

Тр. ИГЭН, вып. 18.

Цена 2 руб.

К-682

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

И М Е Ю Т С Я В П Р О Д А Ж Е:

- МАТЕРИАЛЫ** по петрографии и геохимии Кузнецкого Алтау и Алатау, часть IV (СОПС и Петрографический институт). Серия Сибирская, вып. 24. 1937. 260 стр. 104 фиг., 3 вкл. Ц. в пер. 12 р.
- МИНЕРАЛЫ** Хибинских и Ловозерских тундр. Составители — Э. Бонштедт, Н. Борнеман-Старынкевич, Н. Влодавец, О. Воробьева, В. Герасимовский, Н. Гуткова, Б. Каган, Е. Костылева, Б. Куплетский, А. Лабунцов, акад. А. Е. Ферсман, П. Чирвинский (Ломоносовский институт). 1937. 564 стр. Ц. в пер. 28 р.
- НАКОВНИК, Н. П.** Месторождение Коунрад. Его горные породы и минералы (СОПС). 1937. 176 стр., 1 карта, 11 фиг. + I—XXV отд. табл. Ц. в пер. 11 р. 75 к.
- ОБРУЧЕВ, В. А.**, акад. Геология Сибири. Том III. Мезозой и кайнозой. (Совет по изучению производительных сил (СОПС). 1938. 580 стр. 16 табл. фотоснимков, 5 карт и 58 рис. Ц. в пер. 30 р.
- ОБРУЧЕВ, В. А.** История геологического исследования Сибири. Период четвертый. 1889—1917. 1937. 573+214 стр. Ц. 25 р.
- ПЕЙВЕ, А. В.** Бокситы Средней Азии. Вып. 98. Серия Энергетика и полезные ископаемые (Таджикско-Памирская экспедиция АН СССР). 1937. 47 стр. Ц. 2 р.
- ПЕТРОГРАФИЯ СССР.** Серия II. Монографии. Вып. 3. Б. М. Куплетский. Формация нефелиновых сиенитов СССР (Петрографический институт.) 1937. 307 стр. + 2 вкл. Ц. в пер. 21 р.
- ПЕТРОГРАФИЯ СССР.** Под редакцией акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга. Серия I. Региональная петрография. Вып. 7. Петрография Урала. Часть I. (Петрографический институт). 1937. 140 стр. 53 фиг., 75 карт. Ц. в пер. 6 р. 75 к.
- ПЕТРОГРАФИЯ СССР.** Серия II, выпуск 2. А. Д. Федосеев и Ф. А. Зенькович. Месторождения глин СССР. Описание, состав, свойства и применение. 1937. 646 стр. Ц. в пер. 27 р.
- ПЕТРОГРАФИЯ СССР.** Сер. I. Региональная петрография. Выпуск 6. Н. А. Елисеев. Петрография Рудного Алтая и Калбы. 1938. 248 стр. VIII табл., 43 фиг., 2 вклейки. Ц. в пер. 18 руб.
- ПЕТРОГРАФИЯ СССР.** Серия III. Породообрабатывающие минералы. Вып. I. М. К. Бельштершли. Кристаллический кремнезем. О. А. Воробьева. Оливин. С. П. Соловьев. Слюдь. 1938. 184 стр. 67 фиг., 6 вкл. Ц. 9 р. 50 к.
- ПОПОВ, С. П.** Минералогия Крыма (Ломоносовский институт). 1938. 352 стр. Ц. в пер. 25 р.
- ПОЯРКОВ, В. Э.** Хайдаркан. Геология и рудоносность. (АН СССР, Таджикско-Памирская экспедиция и Союзредметразведка НКТП. ТРУДЫ Т.П.Э. вып., 62. Ведущие месторождения). 1937. 280 стр. 2 карты. Ц. 10 р.
- ПРИКОЛЯРНЫЙ УРАЛ.** (СОПС и Петрографический институт имени Ф. Ю. Левинсон-Лессинга. Серия Уральская, вып. 6). 1937. 96 стр., 42 фиг. Ц. 3 р. 50 к.
- ПУСТОВАЛОВ, Л. В.** Ратовкит верхнего Поволжья (литогенетический очерк месторождений). Материалы к минералогии и геохимии Подмосковного бассейна. (Ломоносовский институт). 1937. 71 стр. Ц. 3 р. 50 к.

З А К А З Ы Н А П Р А В Л Я Т Ь:

Конторе по распространению изданий „Академкнига“—
Москва, Б. Черкасский пер., д. № 2.

Филиалам Конторы «Академкнига»

Ленинград, 104, проспект Володарско-
го, 53-а

Киев, ул. Свердлова, 15

Харьков, 3, ул. Слобожанская Академии, 13

Одесса, ул. 10-летия Красной Армии, 28

Ростов н/Дону, ул. Энгельса, 68

Минск, Советская, 57