

# Минералогия Кукисвумчоррского месторождения

Минералогический Альманах

---

---

ЗАО «ФОСАГРО АПАТИТ-ГРУПП»

ОАО «АПАТИТ»

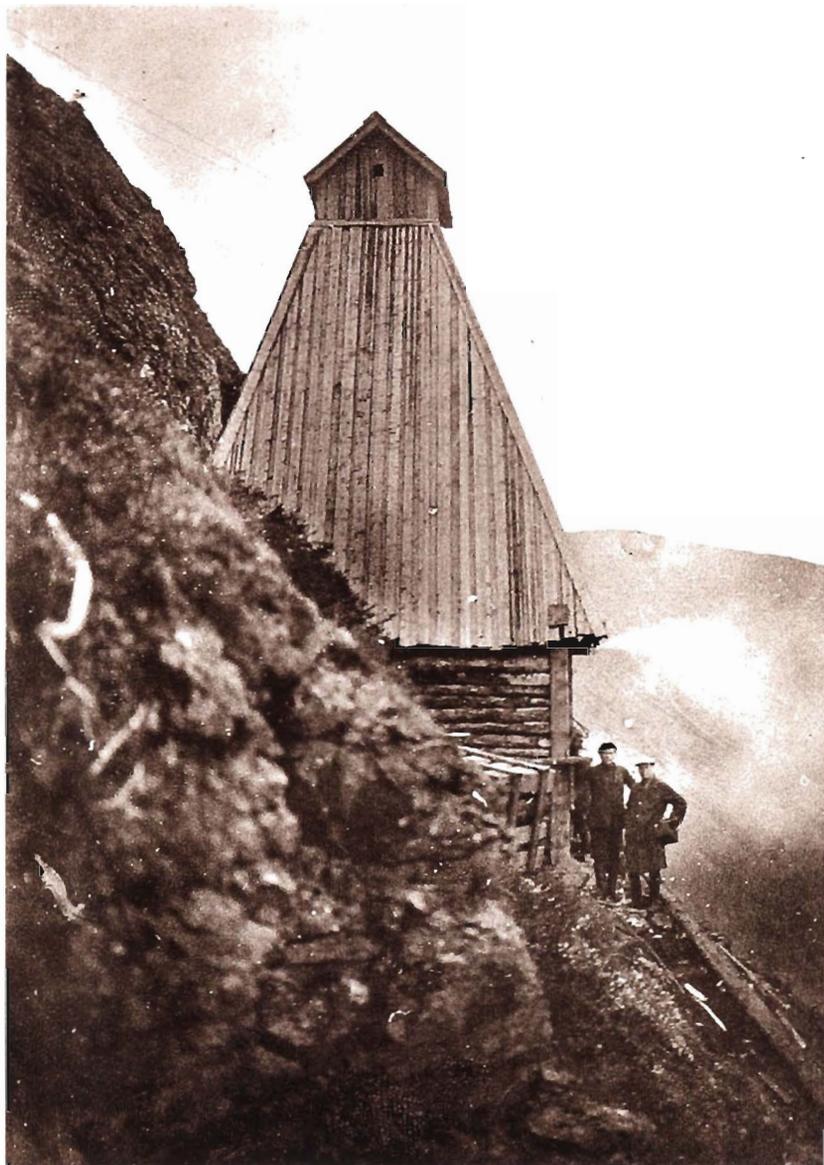
---

75-летию Кировского рудника посвящается

---

---

# 75-летию Кировского рудника посвящается



И.В.Пеков, А.С.Подлесный

# Минералогия Кукисвумчоррского месторождения (щелочные пегматиты и гидротермалиты)



**Серия:** Знаменитые минералогические объекты России



**Издано при содействии:**

Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова

ЗАО «ФОСАГРО АПАТИТ-ГРУПП»

ЗАО «АПАТИТ»

**СЕРИЯ** ЗНАМЕНИТЫЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ РОССИИ

Игорь Викторович Пеков, Александр Семенович Подлесный

**Минералогия Кукисвумчоррского месторождения (щелочные пегматиты и гидротермалиты).**

Ассоциация Экост, Минералогический Альманах, выпуск 7, 2004.

176 стр. , 121 цв. фотографий, 225 ч/б схем, фото, рисунков кристаллов.

В книге обобщены материалы по минералогии и истории освоения Кукисвумчоррского апатитового месторождения в Хибинских горах. Оно активно разрабатывается уже 75 лет Кировским рудником - первым горным предприятием на Кольском полуострове. Щелочной пегматитово-гидротермальный комплекс Кукисвумчорр резко выделяется даже на фоне минералогически уникального Хибинского массива. Это настоящий заповедник редких минералов, многие из которых образуют великолепные крупные кристаллы. В работе описаны все 212 известных здесь сегодня минеральных видов и более 20 пегматитов, приведены 121 цветная и 127 черно-белых фотографий, 98 чертежей и зарисовок кристаллов, геологические схемы, разрезы пегматитовых тел, даны 312 химических анализов для 165 минералов. Список литературы включает 163 названия.

*Ответственный*

*редактор*

Д.Ю. Пущаровский

*Редакционная*

*коллегия*

А.В. Григорьев  
Б.Л. Коробов  
М.И. Новгородова  
О.С. Погребняк  
Д.В. Рундквист  
В.Т. Трофимов  
С.Г. Федоров

*Руководитель проекта*

М.Б. Лейбов

*Выпускающий*

*редактор*

Л.А. Чешко (Егорова)

*Художественный*

*редактор*

Н.О. Парлашкевич

*Идея дизайна*

Д.А. Кильпио

*Редактор*

Е.В. Якунина

*Дизайн и верстка*

С.Б. Двоскина

*Фото*

М.Б. Лейбов,  
Н.А. Пекова, М.А. Богомолов,  
И.А. Рябков, С.А. Хитров

*Обработка графических*

*изображений*

Н.А. Вишневская, Ю. Иванов

© Текст: принадлежит авторам, 2004

© Дизайн: ТО «Земля», Ассоциация Экост, 2004

© Фото: принадлежат авторам, 2004

© Графические изображения: принадлежат авторам, 2004

*Фото обложки*

Южный отрог горы Кукисвумчорр. Фото: Н.Пекова

*Фото на 2 стр*

Первая буровая вышка на Кукисвумчорре. Август 1929 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

*Фото на 3 стр*

Сросток (9 x 7 см) кристаллов натролита. Коллекция А.С.Подлесного. Фото: М.Лейбов

*Издано*

ТО «Земля», Ассоциация Экост

117556 Москва, а/я 71

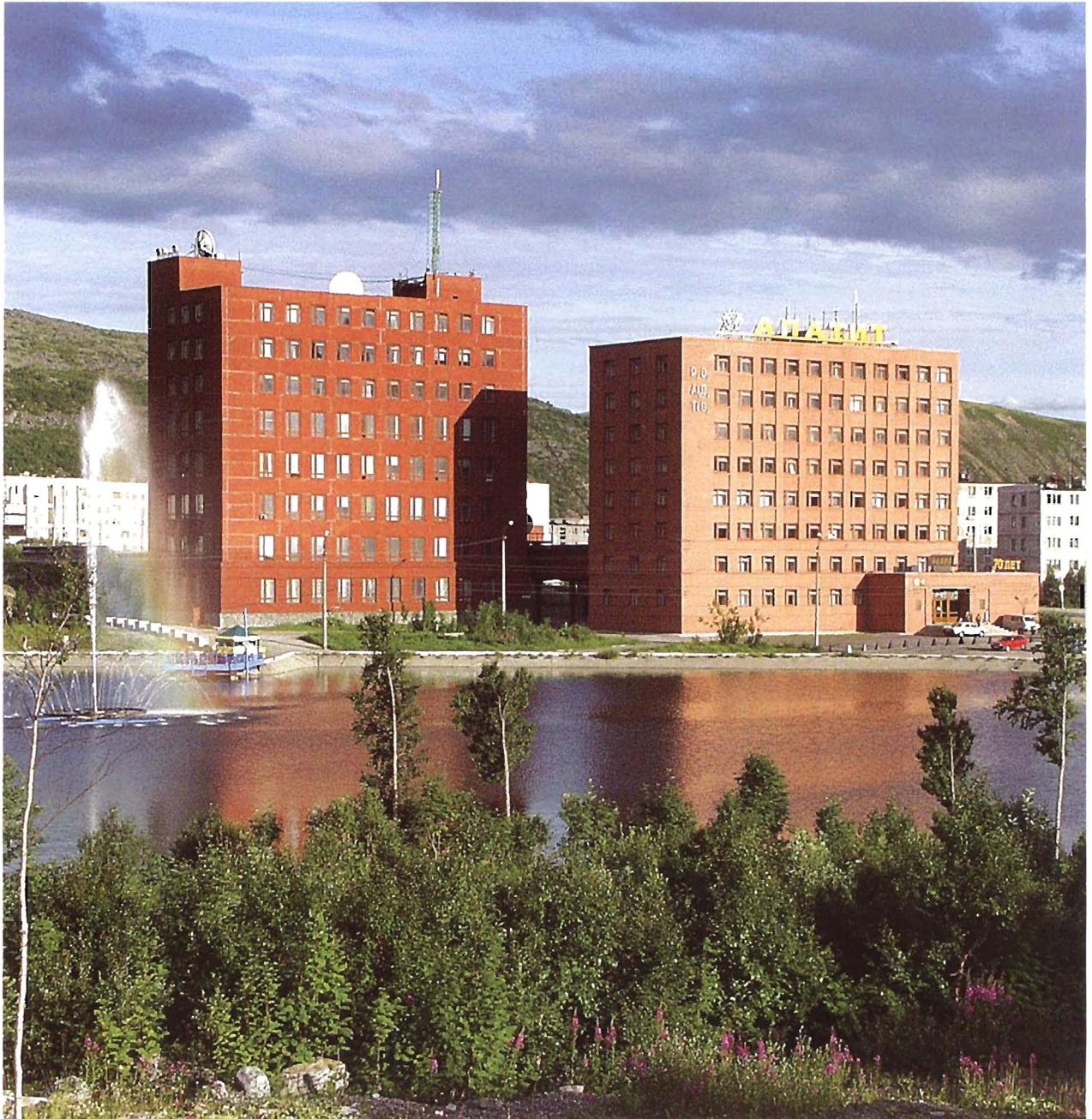
Телефон/факс: (095) 203-3574

E-mail: minbooks@online.ru

Web-страница: www.minbook.com

# СОДЕРЖАНИЕ

Акционерному обществу «Апатит» — 75 лет . . . . .	6
От редакции . . . . .	15
Введение . . . . .	17
Благодарности . . . . .	19
Принятые в работе сокращения . . . . .	19
<b>КРАТКИЙ ГЕОЛОГО-ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК</b> . . . . .	21
<b>ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ</b> . . . . .	26
<b>ПЕГМАТИТЫ И ГИДРОТЕРМАЛИТЫ</b> . . . . .	51
<b>МИНЕРАЛЫ</b> . . . . .	64
Самородные элементы . . . . .	64
Арсениды и сульфиды . . . . .	64
Оксиды и гидроксиды . . . . .	70
Карбонаты . . . . .	75
Оксалаты . . . . .	93
Силикаты . . . . .	93
Фосфаты . . . . .	131
Арсенаты . . . . .	135
Сульфаты . . . . .	136
<b>ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЗДНЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ</b> . . . . .	140
Литература . . . . .	142
Указатель минералов . . . . .	147
Цветная вкладка . . . . .	i-xxiv



Вид на здание управления ОАО «Апатит»

## АКЦИОНЕРНОМУ ОБЩЕСТВУ «АПАТИТ» – 75 ЛЕТ



Генеральный директор ОАО «Апатит»  
Алексей Вениаминович Григорьев

**О**АО «Апатит» осуществляет разработку Хибинских месторождений апатит-нефелиновых руд, производит их добычу и обогащение и входит в число крупнейших мировых производителей фосфатного сырья для производства минеральных удобрений. Его основная продукция — апатитовый концентрат — известен всем производителям фосфорных удобрений, как в России, так и за рубежом. С 2002 года входит в состав компании «ФосАгро», объединяющей, помимо «Апатита», крупнейших производителей минеральных удобрений. В 1971 году апатитовому концентрату был присвоен государственный «Знак качества», в 1980 году он был удостоен международной премии «Золотой Меркурий». В 2002 году апатитовому концентрату марок «Супер» и «Стандарт» присвоены Платиновые знаки качества XXI века. Основными потребителями апатитового концентрата являются российские заводы по производству минеральных удобрений, главные из которых — Череповецкий «Аммофос», «Балаковские минудобрения», «Воскресенские минудобрения».

ОАО «Апатит» представляет собой современный горно-химический комплекс, в состав которого входят четыре рудника и две обогатительные фабрики, железнодорожный и автомобильный цеха, а также более двадцати других цехов вспомогательного назначения. Предприятие расположено на территории 13,6 тыс. га. В ОАО «Апатит» трудится 13 500 человек. Предприятие обеспечивает жизнь двух крупных территориальных образований центра Мурманской области — Кировского и Апатитского с населением около 100 тысяч человек. Кроме собственного персонала, ОАО «Апатит» обеспечивает работой портовых рабочих, железнодорожников, энергетиков, автотранспортников, строителей и других. На балансе предприятия большинство социальных объектов города Кировска, таких как Дворец Культуры, стадион, спортзалы и бассейн, горнолыжный комплекс, санаторий-профилакторий «Тирвас». Много средств вкладывается в экологию региона. Выполняется программа социально-экономического развития Кировско-Апатитского региона. ОАО «Апатит» по своей сути является основой жизни двух городов — Кировск и Апатиты. К настоящему времени в пределах Хибинского массива разведаны десять месторождений апатито-нефелиновых руд, из которых эксплуатируется шесть. Суммарные балансовые запасы апатито-нефелиновых руд составляют 3,5 млрд. тонн, в том числе 1,4 млрд. тонн — государственный резерв. На сегодня извлечено из недр более 1,5 млрд. тонн руды, из которой выработано более 550 млн. тонн апатитового концентрата, 55 млн. тонн нефелинового концентрата, пройдено более 2000 км горных выработок, извлечено 560 млн. м<sup>3</sup> вскрыши, добыто всего более 3 млрд. тонн горной массы. Во всем мире насчитывается лишь несколько предприятий с такими объемами горных работ. По оценке журнала «Эксперт» «Апатит» постоянно входит в число двухсот крупнейших, наиболее стабильно работающих предприятий

России. В 2002 году «Апатит» занял 51-е место в рейтинге «Эксперта» «Крупнейшие», а в 2003 — 39-е место (всего в рейтинге 200 предприятий). В рейтинге «Эксперта» «Наиболее динамично развивающихся компаний» за 2003 год «Апатит» занял десятое место.

13 ноября 2004 года «Апатиту» исполнится 75 лет. За эти годы на предприятии сложились свои традиции, своя история.

Создание предприятия связано с именем Сергея Мироновича Кирова, крупного партийного руководителя 20–30-х годов, после убийства которого в 1934 году Хибиногорск (так первоначально назывался город) переименован в Кировск. Его именем был назван и первый рудник — Кировский, с которого 7 ноября 1929 года была вывезена первая тонна апатита. Апатитовый рудник был первым промышленным предприятием Хибин. В 1929 г. он дал 1500 тонн руды, в 1930 г. — уже 170 тыс. тонн, 1 марта 1932 г. начались подземные горные работы.

Датой рождения предприятия считается 13 ноября 1929 года — день создания треста «Апатит», первым управляющим которого стал Василий Иванович Кондриков. Одновременно он являлся директором Севхимкомбината, начальником «Нивастроя», директором комбината «Североникель», начальником треста «Кольстрой». Талантливый руководитель уже тогда понимал необходимость использования всех компонентов руд. В своём докладе руководству СССР в 1935 году он говорил: «...наличие почти в каждом из кольских ископаемых не одного, а ряда полезных элементов, а также своеобразие и особенности минерального мира Кольских тундр требуют разрешения вопросов в плоскости комплексного использования всех полезных составных пород и в тесной связи с прочими новыми видами сырья...». Жизнь показала дальновидность сказанного. Проведенные позднее исследования по комплексной переработке апатит-нефелиновых руд позволили начать производство нефелинового, эгиринового, титаномагнетитового и сфенового концентратов.

В годы войны оборудование предприятия было демонтировано и отправлено на Средний Урал и в Казахстан. Производство было остановлено, работала лишь незначительная часть мощностей для нужд военного времени: опытный химический завод в Кировске и часть Кировского рудника выполняли оборонные заказы.

Ещё не закончилась война, а перед предприятием уже была поставлена цель — возобновить производство апатитового концентрата для нужд сельского хозяйства. В короткие сроки восстанавливается первая апатит-нефелиновая фабрика, и весной 1944 года возобновляется выработка апатита. По мере восстановления народного хозяйства растёт потребность в фосфорных удобрениях, строятся новые заводы по их выработке, от «Апатита» требуется увеличение производства, одного рудника — Кировского — становится недостаточно. В середине 50-х годов сооружаются новые подземные рудники — Юкспоррский и Расвумчоррский, а в 1964 г. — первый открытый, расположенный на километровой высоте на плато Расвумчорр — Центральный рудник. В середине 60-х введена в строй АНОФ-2, которая до сих пор является крупнейшей обогатительной фабрикой не только в России, но и в Европе. С 1 млн. тонн в 1950 году выработка апатитового концентрата достигла в 1967 году уровня 9 млн. тонн. Большие усилия были направлены на более эффективную отработку апатит-нефелиновых руд и разработку более совершенной технологии их обогащения. И это было оправдано — страна с каждым годом требовала все больше апатитового концентрата. В 1977 году была добыта пятисотмиллионная тонна руды, в конце 80-х годов добыча руды достигла 60 млн. тонн в год, а потребителям отгружалось более 20 млн. тонн апатита, которые вырабатывались к тому времени уже тремя обогатительными фабриками. В этот же период предприятие перешагнуло рубеж в миллиард тонн по добыче руды. События, которые протекали в нашей стране с начала 90-х годов, крайне негативно отразились на всех аспектах деятельности предприятия, преобразованного в открытое акционерное общество «Апатит» и, в первую очередь, на реализации программ сохранения рудно-сырьевой базы.

В 1994 году произошло резкое падение уровня производства апатитового концентрата до 6 млн. тонн. Положение усугубилось необходимостью содержания основных фондов, построенных под мощности, более чем в три раза превышающие фактические объёмы производства, а так же объектов соцкультбыта городов Кировск и Апатиты. Связанное с этим резкое ухудшение финансового положения предприятия, а так же прекращение государственного финансирования, не позволили реализовать программу ввода новых производственных мощностей взамен выбывающих. Капитальное строительство было остановлено. Ряд объектов был консервирован. Реально встал вопрос о дальнейшем существовании предприятия.



Общий вид промплощадки Кировского рудника.



Самоходная техника в подземке Кировского рудника



На церемонии  
торжественного пуска  
в эксплуатацию горизонта  
+172 метра



Промплощадка  
Кировского рудника

Переломным моментом в истории ОАО «Апатит» стали 1996–1997 годы. С целью поиска путей выхода из критической ситуации и улучшения финансового положения на основе глубокого анализа состояния рудно-сырьевой базы и обогащительного производства предприятия была разработана концепция стратегического развития «Апатита». Были определены варианты рационального развития рудно-сырьевой базы и поддержания обогащительных мощностей, которые легли в основу «ТЭО оптимального развития объединения до 2005 года и на дальнейшую перспективу», выполненного группой институтов (НИУИФ, Гипроруда, Механобр-Инжиниринг, НИИГипрохим).

Выполнение этой программы позволило ОАО «Апатит» выйти из критической ситуации, стабилизировать свою работу и приступить к развитию производства. Этому способствовало вступление «Апатита» в Межрегиональную ассоциацию производителей фосфатных удобрений «ФосАгро», в которую, кроме «Апатита», вошли заводы-потребители апатита и НИУИФ им. проф. Самойлова. Созданная в 1999 году ассоциация «ФосАгро», первым президентом которой стал губернатор Мурманской области Ю.А. Евдокимов, взяла на себя задачу восстановить внутренний рынок минеральных удобрений и апатитового концентрата. В конце 2001 года на базе ассоциации была создана производственная компания «ФосАгро». Цель компании «ФосАгро» – дальнейшая консолидация предприятий, направленная на развитие российского рынка минеральных удобрений. Мощная вертикально интегрированная структура позволила стабилизировать производство на заводах минудобрений и начать выпуск новых видов продукции.

Активная маркетинговая политика, обновление парка технологических машин, стабилизация затрат, новая кадровая и социальная политики способствовали наращиванию объема производства основного вида продукции – с 6,0 млн. тонн до оптимального уровня 8,5–9 млн. тонн (такой же объем производства поддерживается в настоящее время). Уровень капиталовложений за 1997–2003 гг. составил около 270 млн. долларов.

Сегодня, несмотря на ухудшение горно-геологических условий, предприятие работает достаточно эффективно. На сегодняшний день доля его отчислений в областном бюджете составляет около 10 процентов. Рост объемов апатитового концентрата позволил увеличить грузопотоки на Октябрьской железной дороге. Сегодня доля грузов «Апатита» на Мурманском отделении Октябрьской железной дороги составляет порядка 40 процентов, примерно такой же объем наших грузоперевозок – по Мурманскому морскому порту. Кировский рудник, ровесник предприятия, по объему подземной добычи в 10 миллионов тонн занимает лидирующее положение не только в России, но и входит в десятку крупнейших рудников Европы. В настоящее время он является крупнейшим добывающим подразделением ОАО «Апатит», и в перспективе им и останется.

В 2002 году закончено строительство горизонта +172 метра и сдан в эксплуатацию дробильно-доставочный комплекс главного ствола № 1 с производительностью 3 млн. тонны руды в год.

В последние годы наблюдается стабильный рост добычи апатитовой руды. В 2003 году производительность рудника достигла 9,5 млн. т руды, и была добыта шестисотмиллионная тонна руды с начала добычи, а планом горных работ на 2004 г. предусмотрено добыть уже более 10 млн. тонн руды. В соответствии с ТЭО развития ОАО «Апатит» до 2020 года, предусматривается увеличение производительности Кировского рудника до 14 млн. тонн руды к 2017 году. Общие промышленные запасы рудника составляют более 800 млн. тонн руды.

На руднике ежегодно проходится более 20 км горных выработок. Для производства отбойки руды бурится более 450 км глубоких скважин. Протяженность основных откаточных выработок составляет более 60 км, а всех эксплуатируемых выработок более 300 км, что сравнимо по протяженности с Московским метро.

На руднике применяются две основные системы разработки – этажного принудительного обрушения с отбойкой глубокими скважинами и вибровыпуском руды, а также различные варианты систем поэтажной отбойки с выпуском торцевым способом с применением самоходной техники. В последние годы идет постоянный рост объемов применения самоходной техники. В 2003 году добыча «торцом» составила 50% от добычи подземным способом и на 2004 год планируется ее прирост до 64 %. Все технологические процессы максимально механизированы. Парк самоходной техники составляет более 50 единиц. Так применительно к технологическим операциям, бурение в проходческих забоях осуществляется буровыми каретками «Миниматик ГС-205-40», а бурение глубоких скважин диаметром 102 мм – буровыми установками «Соло-1020». Уборка породы в забоях малого сечения производится машинами «Торо-150Е», «Паус ПФЛ-18». В выработках большого сечения – ПНБ-3Д с транспортированием горной мас-



Добыча руды в карьере Восточного рудника



Открытие памятного знака по случаю добычи шестисотмиллионной тонны руды на Кировском руднике (2003 год)

сы самосвистами «Торо-35Д». Важным условием максимального использования оборудования в блоке является применение погрузочно-оставочных машин «Торо-400Е» и «Торо-400Д» как на проходке горных выработок, так и для добычи руды. Применение установок «Роболт» позволило ликвидировать ручной труд при креплении горных выработок большого сечения железобетонными штангами. В этом году введена в эксплуатацию установка «Каболт» для крепления выработок тросовыми штангами. Крепление горных выработок набрызг-бетоном производится комплексом «Спремек 6050» с доставкой торкретбетона миксером. Установки «Скейлер» применяются для обезопасивания горных выработок высотой более 3 м. Для механизированной зарядки глубоких скважин на «торце» применяется зарядная машина «Паус». При различных вспомогательных работах используется кассетные комплексы «Нормет» и «Универса». Кировский рудник сегодня – это современные технологии, мощная и надежная техника, полигон для научно-исследовательских изысканий. В его становление и развитие вложили силы и знания несколько поколений горняков – десятки тысяч людей. Накопленный опыт горняков Кировского рудника позволяет решать самые сложные задачи.

Книга «Минералогия Кукисвумчорского месторождения» является замечательным подарком не только специалистам-минералагам, но и всем тем, кто интересуется историей и любит родной край.

Выражаю огромную благодарность авторам и всем тем, кто принял участие в подготовке книги к изданию и помог ей увидеть свет.

А.В. Григорьев, генеральный директор ОАО «Апатит»



Южный отрог горы Кукисвумчорр. Фото: Н.Пекова

**Н**аходящийся перед Вами выпуск «Минералогического Альманаха» рассказывает об удивительном, не имеющем в мире аналогов пегматитово-гидротермальном комплексе Кукисвумчоррского месторождения в Хибинском щелочном массиве на Кольском полуострове. Здесь на площади всего нескольких квадратных километров, в горных выработках и отвалах знаменитого Кировского апатитового рудника установлено более двухсот (!) минеральных видов, половину из которых составляют редкие и редчайшие. Именно разнообразию минералов Кукисвумчоррского месторождения и подробной характеристике наиболее интересных из них посвящен главный раздел книги. Детально описан целый ряд пегматитовых и гидротермальных тел. Пристальное внимание уделено яркой, насыщенной событиями истории открытия, изучения и освоения месторождения; появлению на свет этого раздела предшествовала специальная кропотливая работа в библиотеках и архивах. Цветные и черно-белые фотографии образцов минералов, фотоснимки и зарисовки пегматитовых тел, чертежи кристаллов, геологические схемы, исторические фото документы составляют иллюстративную часть.

Авторы книги давно и интенсивно занимаются исследованием пегматитов и гидротермалитов Кукисвумчорра. И.В. Пеков, известный специалист в области минералогии щелочных пород, детально и изучает этот объект более десяти лет, открыл здесь шесть новых минералов и опубликовал свыше 40 научных работ, посвященных Кукисвумчоррскому месторождению. А.С. Подлесный — минералог-любитель и коллекционер высокого уровня, работающий на Кировском подземном руднике с 1977 г. В течение почти четверти века он собирает подробнейшую систематическую коллекцию минералов и минеральных ассоциаций месторождения, скрупулезно фиксирует и обследует вновь обнаруживаемые пегматиты и гидротермалиты. Благодаря его усилиям и энтузиазму собран, сохранен и попал в руки исследователей богатейший, совершенно уникальный минералогический материал из действующих горных выработок. Совместным трудом обоих авторов создана эта книга. Редакция надеется, что она привлечет заслуженное внимание профессионалов и любителей минералогии, а также тех читателей, кто интересуется историей геологических наук и горного дела.



**Х**ибинский щелочной массив на Кольском полуострове — один из ярчайших минералогических объектов мира. Число минеральных видов, известных в Хибинах, приближается к 450, и более 70 из них описаны здесь впервые. Этот замечательный массив постоянно привлекает к себе пристальное внимание исследователей, число публикаций по нему очень велико, и тем не менее каждый год приносит новые интереснейшие открытия.

Уже более семидесяти лет в Хибинах эксплуатируются гигантские месторождения апатита. Промышленное освоение массива началось в 1929 году, когда на базе Кукисвумчоррского месторождения, расположенного в южной части горы Кукисвумчорр, заработал первый в Советском Союзе рудник за Полярным кругом, получивший название Апатитовый, а с 1935 года — Кировский. В течение более чем двадцати лет он оставался единственным действующим предприятием по добыче апатита в Хибинском массиве.

Подземными выработками и карьерами Кировского рудника, интенсивно работающего по сей день, вскрыты сотни тел пегматитов и гидротермалитов с самой разнообразной минерализацией. Пегматитово-гидротермальный комплекс Кукисвумчоррского месторождения резко выделяется своей необычностью даже на фоне минералогически уникального Хибинского массива. Сейчас на Кировском руднике известно 212 минеральных видов. 19 из них здесь открыты, а 39 минералов встречены в Хибинах только в этом месте. Особенно интересные находки, включая 16 новых минералов, сделаны за последнюю четверть века на глубоких горизонтах месторождения. Непосредственная близость «живой» тектонической зоны крупного Кукисвумчоррского разлома обусловила высокую активность гидротермальных процессов на месторождении. Следствием этого явилось столь необычное для пегматитов Хибин обилие крупных открытых полостей, в которых находятся прекрасные кристаллы целого ряда минералов. В поздних образованиях Кукисвумчоррского месторождения развита разнообразная калиевая, стронциевая, бариевая, редкоземельная, титановая и ниобиевая минерализация, широко представлены цеолиты, слюды, сульфиды. Второе место по численности в минеральном кадастре после силикатов занимают карбонаты. Благодаря интенсивным горным работам на глубоких горизонтах мы имеем возможность изучать свежие, не затронутые процессами выветривания ассоциации нестойких в атмосферных условиях высокощелочных минералов.

Кировский рудник — настоящий минералогический заповедник, источник редкостных образцов высочайшего музейного качества. Отсюда происходят лучшие в мире штуфы с кристаллами амичита, беловита-(La), кальборсита, леммлейнита-Va, маккельвиита, набафита, натроксалата, пятенкоита-(Y), расвумита. Уникальны по размерам выделения канасита и Na-комаровита. Прекрасные крупные кристаллы дают баритокальцит, беловит-(Ce), бербанкит, канкрисилит, карбоцернаит, доннейит, эвдиалит, эвальдит, ферсманит, илерит, минералы



группы лабунцовита, натролит, натрон, нефелин, пирссонит, пирофанит, содалит, трона, виллиомит, виноградит. Нельзя не отметить кристаллики и шетки бонштедтита, кальциоанкилита-(Ce), делиндеита, эльпидита, эпидидимита, эввидимита, гоббинсита, макинавита, мерлиноита, нейборита, паранатролита, ситинакита, цеофиллита в полостях, эффектные сферолиты кафетита и тоберморита, большие скопления дельхайелита, джерфишерита, фенаксита, гётценита, магнезиоастрофиллита, шортита, находки редчайших манганокукисвумита, монголита, мурунсита, нафертисита, нордита-(La). Нигде более в мире не встречены пока буссенит, изолуешит, калиферсит, кукисвумит, кухаренкоит-(La), широкшинит и тулюкиит.

Отдельные минералы и минеральные ассоциации Кукисвумчоррского месторождения детально описаны в литературе, однако обобщающие сводки, специально посвященные его минералогии, отсутствуют, в то время как столь яркий и своеобразный объект этого, несомненно, заслуживает. За последние годы появился, в основном в результате наших работ, большой объем новых данных. Эти обстоятельства и подтолкнули к написанию настоящей книги.

Основной ее раздел посвящен минералам. Главное внимание в книге уделено условиям их нахождения, ассоциациям, особенностям морфологии. Характер и ограниченный объем издания не позволили поместить все аналитические данные — рентгеновские, спектроскопические, оптические и другие, а также подробно обсудить тонкие особенности конституции минералов. Включены лишь таблицы химических составов — 312 анализов (в т.ч. 180 новых, выполненных в основном электронно-зондовым методом) для 165 минеральных видов. Многие минералы образуют здесь совершенные кристаллы, для которых одним из авторов (И.П.) выполнены измерения с помощью двукружного гониометра ГД-1 и построены чертежи. Важнейшая составная часть раздела — фотографии образцов минералов, без которых невозможно обойтись, рассказывая об этом замечательном объекте. Цветные фотоснимки сделаны в основном Н.А.Пековой и М.Б.Лейбовым. Черно-белые изображения получены одним из авторов (И.П.) с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL T-100 в лаборатории Минералогического музея им. А.Е.Ферсмана РАН.

Раздел, посвященный пегматитам и гидротермалитам, базируется в основном на результатах наших полевых наблюдений. Фотодокументация в подземных выработках выполнена Н.А.Пековой.

Особое место в книге занимает раздел по истории открытия, изучения и освоения Кукисвумчоррского месторождения. В его основу легли документальные материалы 20-х — 50-х годов прошлого века, в том числе целый ряд редких фотоснимков, любезно предоставленных организациями и частными лицами. Многие документы публикуются впервые.

Итак, перед вами один из замечательнейших минералогических объектов России — Кукисвумчоррское месторождение в Хибинах.

## БЛАГОДАРНОСТИ

При сборе материала и подготовке книги авторы неоднократно прибегали к помощи целого ряда людей. Работы на руднике и использование фондовых материалов были бы невозможны без доброжелательной поддержки руководства ОАО «Апатит» в лице генерального директора А.В.Григорьева, технического директора В.С.Свинина и главного геолога Б.Л.Коробова. Активное содействие оказали начальник Кировского рудника А.Н.Сахаров, старший геолог рудника В.Н.Литвинов, геологи Л.И.Баранов и В.М.Дракунова, сотрудники Отдела научно-технической информации ОАО «Апатит» Т.Г.Баранова и И.А.Рябков. Авторы широко пользовались поддержкой научного руководителя Геологического музея КНЦ РАН А.В.Волошина и куратора этого музея В.В.Борисовой. При сборе материалов для исторического раздела книги большую помощь оказали директор Историко-краеведческого музея в Кировске Н.Н.Зотова, его главный хранитель В.С.Худобина и работники филиала Государственного архива Мурманской области в Кировске. Документы и фотографии для этого раздела любезно предоставили М.А.Лабунцова, Б.Е.Боруцкий, З.В.Шлюкова и Е.Д.Андреева. Изучение многих минералов осуществлялось в тесном сотрудничестве с Н.В.Чукановым. Приведенные в работе электронно-зондовые анализы выполнены Н.Н.Кононковой, И.М.Куликовой, А.Н.Некрасовым. Помощь в минералогических исследованиях оказали Л.А.Паутов, А.А.Агаханов, В.Г.Шлыков, Ю.В.Беловицкая, И.А.Екименкова, Е.В.Ловская, Ю.В.Азарова, Г.И.Дорохова. Цветные фотографии минералов сделаны Н.А.Пековой, М.Б.Лейбовым и М.А.Богомоловым. В работу вошли фотоснимки ряда образцов из коллекций В.Г.Гришина и В.Н.Яковенчука. Отдельные аспекты работы обсуждались с М.Д.Дорфманом, А.П.Хомиковым и Ю.П.Меньшиковым. При подготовке книги учтены замечания Я.А. Пахомовского. На всех этапах сбора материала и подготовки рукописи неоценимую помощь оказала А.Г.Турчкова. Всем этим людям авторы выражают свою глубокую благодарность.

## ПРИНЯТЫЕ В РАБОТЕ СОКРАЩЕНИЯ

гор. — горизонт (в шахте)

РЭМ-фото — фотоснимок, сделанный с помощью растрового электронного микроскопа

ув. — увеличение (на снимках)

### Сокращения в названиях организаций

АН СССР — Академия наук СССР

КНЦ РАН — Кольский научный центр Российской Академии наук

КолФАН — Кольский филиал Академии наук СССР

МГУ — Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

НИУ — Научный институт по удобрениям им. Я.В.Самойлова

ОАО — Акционерное общество открытого типа

РАН — Российская Академия наук

### Сокращения в таблицах химических анализов

не опр — компонент не определялся

нип — ниже предела обнаружения

ппп — потери при прокаливании

### Сокращения в списке литературы

ДАН — Доклады Академии наук СССР, а с 1992 г — Доклады Российской Академии наук

ЗВМО — Записки Всесоюзного минералогического общества до 1991 г, а с 1992 г. — Записки Всероссийского минералогического общества

Мин. журн. — Минералогический журнал

Тр. ММ — Труды Минералогического Музея им. А.Е.Ферсмана (в разные годы это издание носило дополнительные названия: «Новые данные о минералах» и «Новые данные о минералах СССР»)

Can. Miner. — The Canadian Mineralogist

Eur. J. Miner. — European Journal of Mineralogy

Дисс. к.г.-м.н. — диссертация кандидата геолого-минералогических наук

Л. — опубликовано в Ленинграде

М. — опубликовано в Москве

СПб. — опубликовано в Санкт-Петербурге

Матер. — материалы

Тез.докл. — тезисы доклада

Тр. — труды



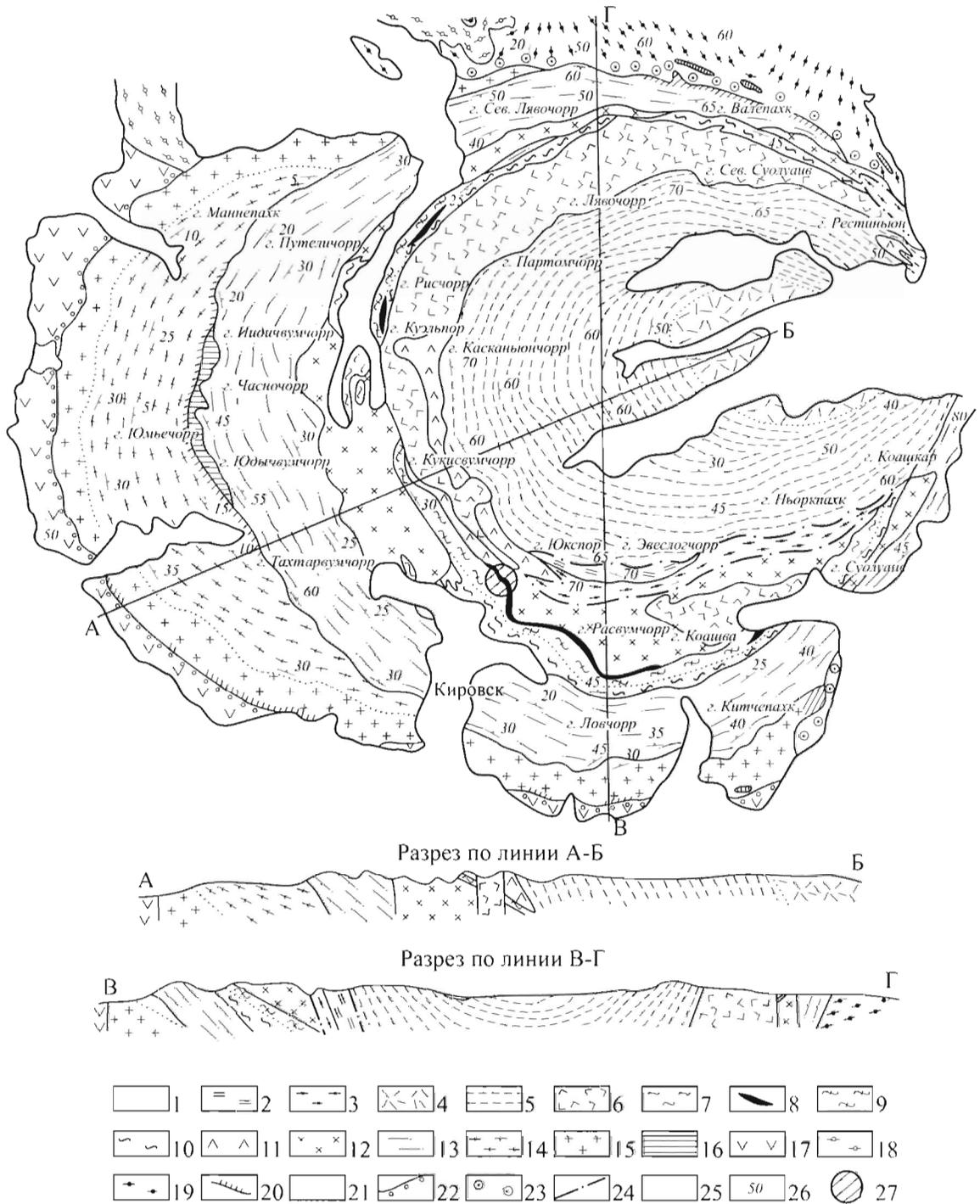
Полосчатая апатит-нефелиновая порода в забое. Гор. +252 м. Фото: И.Пеков

## ■ КРАТКИЙ ГЕОЛОГО-ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

**Х**ибинский массив — крупнейший щелочной плутон мира. Его площадь составляет 1327 км<sup>2</sup>. Сколь-либо подробное рассмотрение геологии и петрологии массива не входит в задачу настоящей работы, тем более что этой тематике посвящено множество публикаций. Мы ограничимся лишь предельно кратким очерком. Хибинский массив — интрузия центрального типа, имеющая средне-позднедевонский возраст: 365-370 млн лет (Когарко и др., 1981; Kramm, Kogarko, 1994). Она прорывает докембрийские метаморфиты: с юга и запада располагаются протерозойские осадочно-вулканогенные породы имандра-варзугской серии, а с севера и востока — архейские гнейсы и гранито-гнейсы. Хибинский массив обладает концентрически-зональным строением, выраженным в симметричном распо-

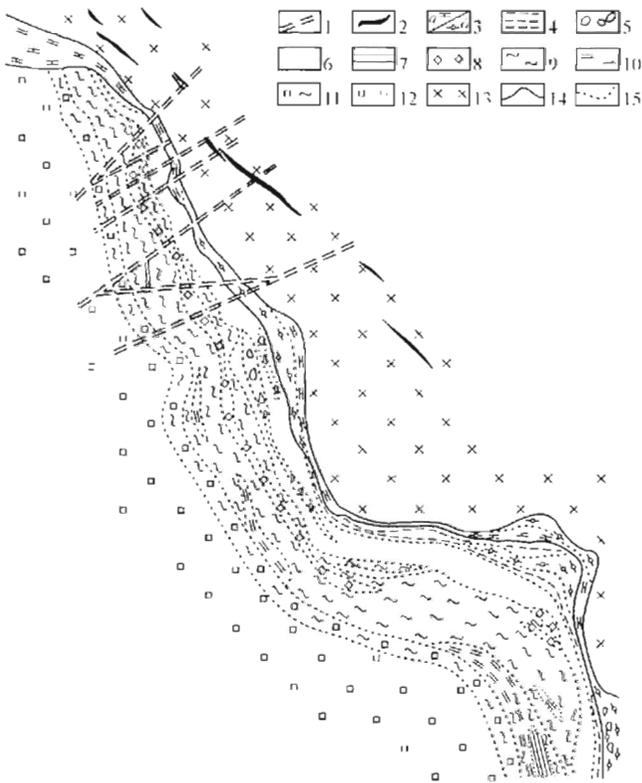


Местоположение Хибинского массива  
на Кольском полуострове



Схематическая геологическая карта Хибинского массива. Составители: С.И.Зак, Ф.В.Минаков, Е.А.Каменев, М.И.Калинкин (по Ивановой и др., 1970).

- 1 — четвертичные отложения; 2 — метаморфизованные сиениты; 3 — катаклазированные рисчорриты; 4 — пироксеновые массивные фойяиты; 5 — трахитоидные амфибол-пироксеновые фойяиты; 6 — эгириновые нефелиновые сиениты; 7 — трахитоидные ийолиты; 8 — апатит-нефелиновые породы; 9 — массивные ийолит-уртиты; 10 — трахитоидные малиниты, ювиты, луавриты; 11 — лавочорриты; 12 — рисчорриты; 13 — трахитоидные среднезернистые хибиниты; 14 — трахитоидные грубозернистые хибиниты; 15 — массивные грубозернистые хибиниты; 16 — ромбенпорфиры (ксенолит); 17 — диабазы; 18 — гнейсо-граниты; 19 — гнейсы; 20 — эндоконтактные сиениты; 21 — зоны альбитизации; 22 — роговики; 23 — фениты; 24 — граница интенсивно метаморфизованных пород; 25 — элементы залегания пород массива; 26 — элементы залегания вмещающих пород; 27 — Кукисвумчорское месторождение



Геологическая схема Кукисвумчоррского месторождения (по Заку и др., 1972):

- 1 — зоны шпреуштейнизации; 2 — дайки мончикитов;
- 3а — трахитоидный малиньит; 3б — трахитоидный ийолит;
- 4 — титанит-апатитовый ийолит; 5 — брекчия апатит-нефелиновых руд;
- 6-10 — апатит-нефелиновые породы: 6 — пятнистые, 7 — полосчатые, 8 — блоковые, 9 — линзовидно-полосчатые, 10 — сетчатые; 11 — полосчатый уртит с апатитом; 12 — массивный уртит;
- 13 — рисчоррит; 14 — интрузивные контакты; 15 — границы между петрографическими и текстурными разновидностями пород

рапатита и вкрапленных в его массу кристаллов нефелина. Соотношения этих минералов широко варьируют; в подчиненных количествах обычно присутствуют также щелочной пироксен и титанит, роль остальных компонентов (полевой шпат, магнетит, эвдиалит и др.) незначительна. Эти породы могут содержать до 98% апатита и характеризуются разнообразием текстур. Так, известны пятнистые, пятнисто-полосчатые, полосчатые, линзовидно-полосчатые, блоковые, брекчиевые и сетчатые руды. Часто в апатит-нефелиновых телах присутствуют включения ийолитов, а сетчатые руды представляют собой ийолит-уртиты, пронизанные сетью апатитовых прожилков. Апатит-нефелиновые породы образуют многочисленные линзовидные залежи протяженностью от первых метров до нескольких километров при мощности до 200 м и даже более. Они находятся в мельтейгит-уртитах близ контакта с рисчорритами или же непосредственно на этом контакте (Иванова, 1963; Каменев, 1987).

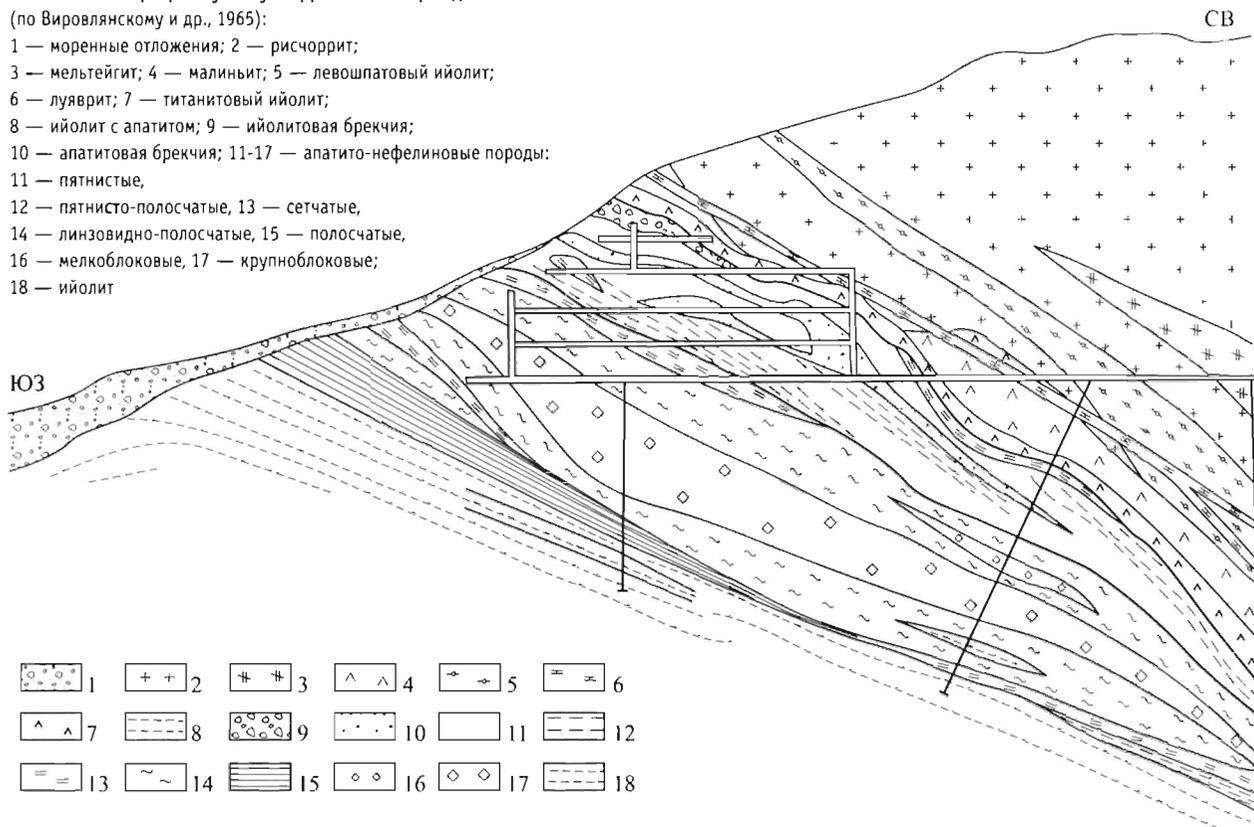
Кукисвумчоррское месторождение расположено в юго-западной части Хибинского массива, на самых южных отрогах горы Кукисвумчорр. Оно является северо-западной частью гигантской залежи апатит-нефелиновых пород протяженностью 12 км, которая прослежена скважинами на глубину более 2,5 км. Эта залежь, имеющая форму дуги, обращенной выпуклой частью к юго-западу, протягивается от г. Кукисвумчорр на юго-восток через г. Юкспор на г. Расвумчорр. Отдельные ее части известны как месторождения Кукисвумчоррское, Юкспорское, Апатитовый Цирк, Плато Расвумчорр и Восточный Расвумчорр. Главная рудная линза Кукисвумчоррского месторождения про-

ложена и последовательной смене подковообразных тел различных щелочных пород. Более 70% его площади занимают агапитовые нефелиновые сиениты — фойяиты и хибиниты. При движении от западного контакта на восток комплексы пород сменяются в следующем порядке: 1) щелочные сиениты (умптекиты), средне- и мелкозернистые нефелиновые сиениты; 2) массивные и трахитоидные хибиниты; 3) рисчорриты — пойкилитовые нефелиновые и нефелин-кальсилитовые сиениты; 4) мельтейгит-уртиты и апатит-нефелиновые породы; 5) средне- и мелкозернистые нефелиновые сиениты; 6) фойяиты. В восточной части Хибин известны карбонатиты, по всему массиву встречаются поздние дайки щелочных габброидов, пикритов, тингуаитов и др. Практически со всеми комплексами пород связаны пегматиты. Наиболее богатые пегматитовые поля приурочены к рисчорритам, фойяитам (особенно к южному и западному контакту фойяитового ядра Хибин) и ийолит-уртитам. В массиве широко развиты метасоматические и гидротермальные процессы всего диапазона температур. Ряд исследователей относит к метасоматическим образованиям рисчорриты и даже частично уртиты. В целом породы массива принадлежат к натрий-калиевой серии (Тихоненков, 1963; Иванова и др., 1970; Зак и др., 1972; Галахов, 1975; Костылева-Лабунцова и др., 1978а).

Все апатитовые месторождения Хибин приурочены к комплексу мельтейгит-уртитов и расположены подковообразной полосой. Рудой служат породы (обычно их относят к магматическим), состоящие главным образом из зернистого сахаровидного фторапатита и вкрапленных в его массу кристаллов нефелина.

**Геологический разрез Кукисвумчоррского месторождения**  
(по Вировлянскому и др., 1965):

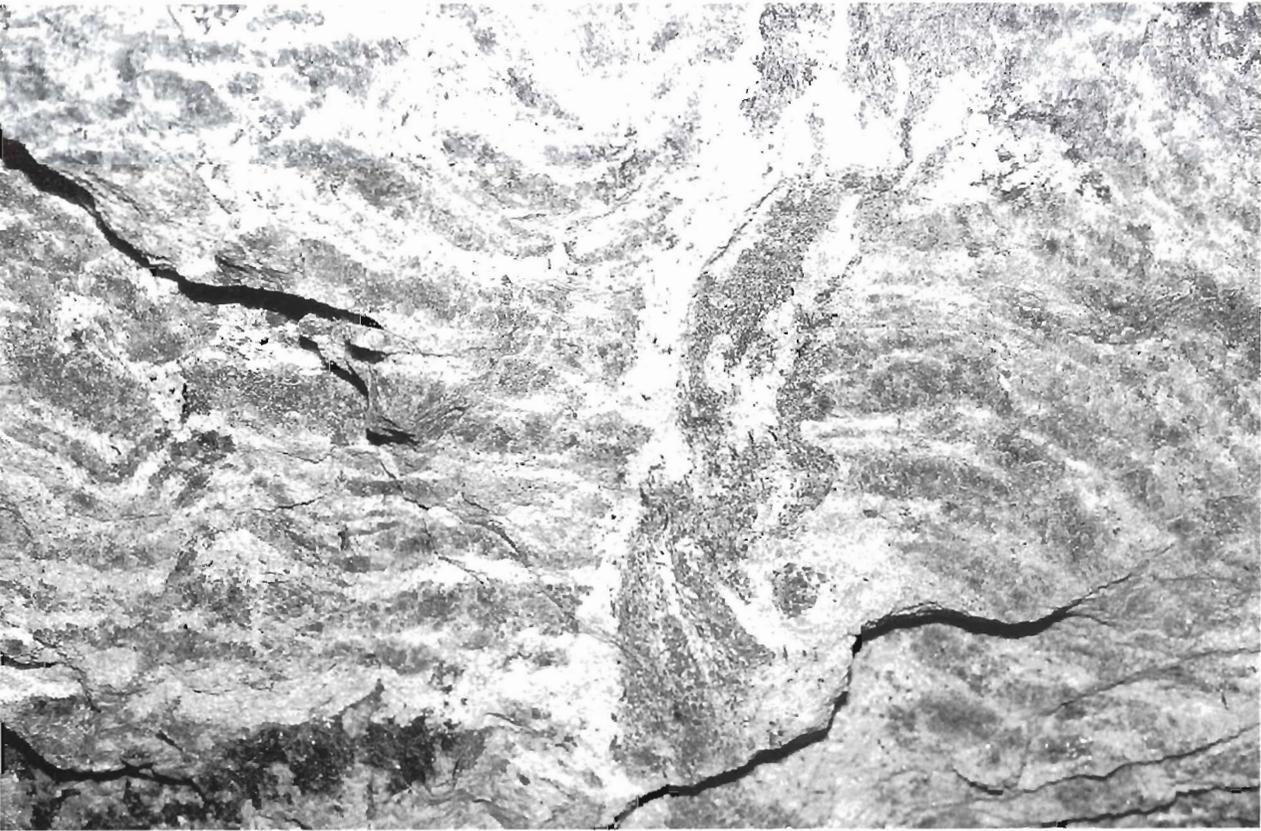
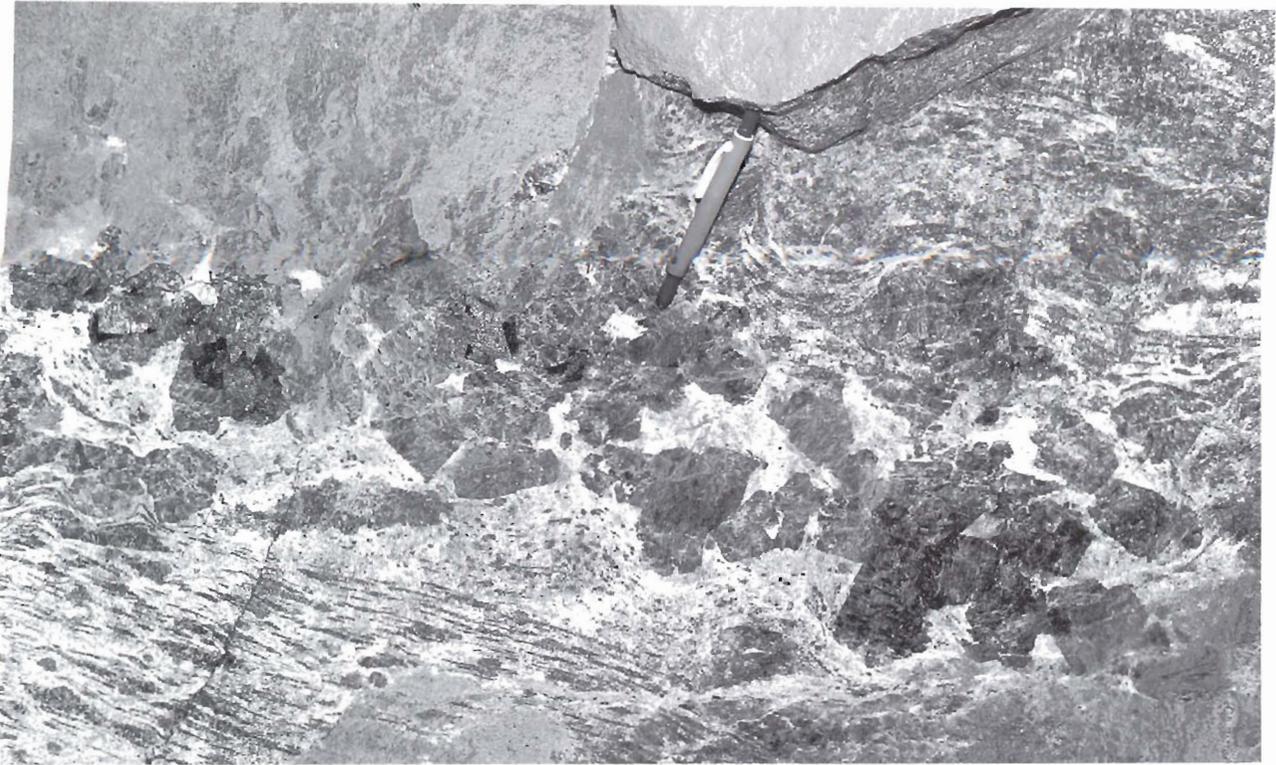
- 1 — моренные отложения; 2 — рисчоррит;  
3 — мельтейгит; 4 — малиньит; 5 — левошпатовый ийолит;  
6 — луяврит; 7 — титанитовый ийолит;  
8 — ийолит с апатитом; 9 — ийолитовая брекчия;  
10 — апатитовая брекчия; 11-17 — апатито-нефелиновые породы:  
11 — пятнистые,  
12 — пятнисто-полосчатые, 13 — сетчатые,  
14 — линзовидно-полосчатые, 15 — полосчатые,  
16 — мелкоблоковые, 17 — крупноблоковые;  
18 — ийолит



тяженностью 1800 м характеризуется многочисленными раздувами и пережимами с изменениями мощности от 45 до 200 м; средняя мощность 80-100 м. Простираение апатитового тела в наиболее мощной центральной части север-северо-западное 330-334°, азимут падения 64°. К югу простираение изменяется до 315-325°. Угол падения в центральной части линзы 28-32°; с глубиной он увеличивается до 35-38°. Апатит-нефелиновая залежь подстилается уртитам и ийолитами. Обычно контакт между этими породами и рудным телом неровный, с постепенными переходами через зону обогащенных апатитом ийолит-уртитов и сетчатых руд. Перекрывающие залежь породы — рисчорриты. Как правило, между ними и апатитовым телом развита контактовая оторочка мощностью от 1 до 60 м, сложенная ийолитами, малиньитами, мельтейгитами, ювитами, луявритами. Некоторые разности этих пород значительно обогащены титанитом. Кукисвумчоррская рудная залежь зональна: верхнюю часть ее, имеющую мощность 20-80 м, составляют богатые (в среднем 28.5 мас.%  $P_2O_5$ ) пятнистые и пятнисто-полосчатые руды, а нижняя зона мощностью 100-150 м сложена бедными (~18%  $P_2O_5$ ) линзовидно-полосчатыми, блоковыми и сетчатыми рудами. Месторождение разбито серией тектонических нарушений, включая крупный Кукисвумчоррский разлом, и пересечено дайками мончикитов (Антонов, 1934; Иванова, 1963; Вировлянский и др., 1965; Онохин, 1965; Зак и др., 1972).

**Апатитовая порода с крупным и кристаллами нефелина.**  
Гор. +252 м.  
Фото: Н.Пекова

**Полосчатая апатит-нефелиновая порода, пересеченная апатит-титанитовой жилой мощностью 10 см.** Гор. +252 м.  
Фото: Н.Пекова



## ■ ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ

**К**укисвумчоррское месторождение сыграло особую роль в истории освоения как Хибин, так и всего Кольского полуострова. На базе этого месторождения возник не только первый в СССР рудник за Полярным кругом, но и первый промышленный и научный центр в регионе. В течение более чем двадцати лет Кукисвумчорр оставался здесь единственным эксплуатируемым апатитовым месторождением, и с ним так или иначе связано большинство хибинских событий 20-х–40-х годов прошлого века.

Об открытии и первых этапах исследования и освоения гигантских апатитовых месторождений Хибин написано немало. Уже в начале 30-х гг. публиковались материалы о первых геологических и горных работах на Кукисвумчорре и соседних объектах, о строительстве рудоперерабатывающего комплекса и города Хибиногорска. Наиболее известны широкому кругу читателей произведения академика А. Е. Ферсмана — не только инициатора и бессменного руководителя хибинских экспедиций, открывших апатитовые месторождения, но и самого яркого популяризатора минералогических знаний в СССР. Его книги, написанные в конце 30-х—начале 40-х гг., успешно выдержали много изданий. В более позднее время выходили сборники воспоминаний целого ряда участников поистине героической хибинской эпопеи и даже художественная литература на эту тему. Безусловно, детальное изложение истории геолого-минералогического исследования и промышленного освоения как Хибин в целом, так и Кукисвумчоррского месторождения, заслуживает специальной толстой книги и не может быть дано в рамках находящегося перед вами издания, да и мы ни в коей мере не претендуем на звание профессиональных историков. В то же время, эта история неизмеримо насыщена событиями и драматична, в нее вплетены имена целого ряда замечательных людей, и оставить ее без внимания было бы непростительно.

Мы попытались дать хронику работ на Кукисвумчорре по возможности сжато, но вместе с тем стараясь не пропустить важных фактов и событий. Наиболее подробно освещен представляющийся самым интересным отрезок времени с 1920-го до начала 50-х годов. Основную часть находящегося перед вами раздела составляют выдержки из публикаций и архивных документов, многие из которых стали доступными лишь совсем недавно и печатаются впервые. Такая форма изложения выбрана не случайно: приводя оригинальные тексты, мы надеемся, что они не только послужат для читателя источником информации, но и дадут возможность почувствовать реальную атмосферу того удивительного времени, героического и трагического, — ведь сухой язык официальных бумаг зачастую красноречивее любых комментариев.

Пример Кукисвумчорра, где мощное горное производство на рубеже 1920-х — 30-х гг. было создано ценой невероятных усилий за кратчайший период в совершенно неосвоенном районе, очень показателен: такими темпами и таким путем возникли в те годы и многие другие крупные промышленные объекты Советского Союза. Сегодня, по прошествии более чем семидесяти лет, имея перед глазами в Хибинах гигантский высокоразвитый индустриальный комплекс, непросто «вжиться» в обстановку того времени, но все же попытаемся это сделать, отдавая дань памяти тем, кто, по своей воле или вопреки ей, пришли сюда первыми.

В этом разделе, помимо выдержек из ранее опубликованных работ, использованы текстовые и фотографические документы, любезно предоставленные Филиалом Государственного архива Мурманской области в г. Кировске (КФ ГАМО), Историко-краеведческим музеем (ИКМ) г. Кировска, Отделом научно-технической информации (ОНТИ) ОАО «Апатит» и частными лицами.

## Открытие и первое исследование апатитовых месторождений в Хибинах (1920-е гг.)

Российская Империя и пришедший ей на смену Советский Союз испытывали острый недостаток фосфатного сырья, необходимого для производства удобрений, а также для нужд химической и военной промышленности. Известные на период 1920-х гг. собственные фосфоритовые месторождения были небольшими и достаточно бедными, и покрывать дефицит приходилось в основном за счет импорта марокканских фосфоритов, осуществлявшегося на весьма невыгодных экономических условиях. Таким образом, проблема поиска фосфатных месторождений на территории СССР была очень актуальной.

Сейчас связь месторождений апатита со щелочными интрузивными комплексами очевидна любому студенту-геологу, а в то время такие объекты еще не были известны. В частности, В.Рамзай и В.Гакман, выполнившие первые серьезные геолого-петрографические работы по Хибинскому массиву (Ramsay, Hackman, 1894; Ramsay, 1897-99), не обнаружили апатитовых пород в коренном залегании. Заслуга открытия хибинских апатитовых месторождений и в целом генетического типа промышленного фосфатного оруденения, связанного со щелочными породами, принадлежит минералогическим экспедициям Академии наук СССР периода 20-х гг. прошлого века.

Прежде чем перейти непосредственно к событиям этих лет, отметим, что возможность использования нефелиновых пород с апатитом в качестве сырья для удобрений была предсказана в начале XX века крупнейшим русским ученым — кристаллографом, минералогом и петрографом Евграфом Степановичем Федоровым. Изучая щелочной комплекс Гурьего мыса на южном побережье Кольского полуострова, Е.С.Федоров обнаружил небольшие выходы ийолитов со скоплениями апатита: *«..в общем состав этой породы совершенно не обыкновенен и как бы приспособлен для эксплуатации в сельскохозяйственной промышленности. И это приспособление состоит не только в чрезвычайно большом содержании фосфорной кислоты и щелочей, но и в чрезвычайной легкости разложения главного минерала — нефелина...»* (Федоров, 1908). Руководствуясь описанием Е.С.Федорова, сотрудник Хибинской опытной сельскохозяйственной станции, будущий академик Иоган Гансович Эйхфельд в 1922 г. попытался обследовать породы Турьего мыса на предмет промышленной апатитоносности. Эта попытка оказалась неудачной, но уже через четыре года И.Г.Эйхфельд примет активное участие в опытах по использованию в агрономии недавно открытых хибинских апатитовых пород и почти теми же словами напишет в Колонизационный отдел Мурманской железной дороги, финансировавшей эти работы: *«..апатитовые породы Хибинского горного массива ..представляют исключительно крупный интерес в сельскохозяйственном отношении благодаря совместному присутствию в них в легко усвояемом растениями состоянии основных элементов питания — фосфора и калия...»* (Хибиногорский..., 1934).

В мае 1920 г. директор Минералогического музея Российской Академии наук Александр Евгеньевич Ферсман оказался в числе ученых, приглашенных для того, чтобы оценить природные ресурсы Кольского полуострова вдоль линии Мурманской железной дороги. Именно тогда А.Е.Ферсман впервые попал в Хибины и был поражен необычностью и разнообразием минералов в пегматитах этого массива. При финансовой поддержке Колонизационного отдела Мурманской железной дороги он в конце лета того же года снарядил и возглавил небольшую экспедицию, главной задачей которой ставилось изучение минералогии Хибин: *«..в конце августа 1920 г. академиком А.Е.Ферсманом был организован специальный отряд Севэксспедиции для изучения Хибинского массива... Экспедиция выехала (из Петрограда — прим.авт.) 25 августа в предоставленной Мурманскою железною дорогою отдельной теплушке. 28 августа экспедиция прибыла на станцию Хибины... С 29 августа по 2 сентября была совершена большая экскурсия на Часначорр и ущелье Рамзая, давшая первый большой сбор минералов. По возвращении обратно, со 2 по 7 сентября был перерыв, во время которого совершались краткие однодневные экскурсии... 8 сентября теплушка вместе с экспедицией была передвинута на станцию Имандра, откуда с 8 по 11 сентября была совершена вторая большая экскурсия на северную вершину Юм'егорр. ..Полное отсутствие обуви и недостаток провианта не позволили удлинить экскурсии и предпринимать новые маршруты. 15 сентября экспедиция вернулась в Петроград с большим сбором до 25 пудов минералов...»* (Костылева, Бонштедт, 1921).

Эта экспедиция стала ежегодной и принесла множество замечательных открытий в Хибинском и соседнем с ним Ловозерском щелочных массивах. О ее истории неоднократно писалось (см., например: Хибинские..., 1925, 1928; Ферсман, 1960; Реков, 2000), мы же остановимся здесь лишь на событиях, непосредственно связанных с апатитом. Впервые богатый образец этого минерала был найден на горе Юмьечорр 10 сентября 1920 г: *«..надеемся найти и дальше по хребту пегматитовые выделения. А.Е.Ферсман и О.А.Кузенева (биолог, присоединившаяся к экспедиции —*



**Александр Евгеньевич ФЕРСМАН** после сорока трех дней полевых работ в Хибинах. 1923 г. Из архива М.А.Лабунцовой



**Участники первых хибинских экспедиций** на железнодорожной станции Имандра (слева направо): Борис Михайлович КУПЛЕТСКИЙ, Нина Николаевна ГУТКОВА, Елена Павловна КЕССЛЕР, Эльза Максимилиановна БОНШТЕДТ, Екатерина Евтихиевна КОСТЫЛЕВА, Александр Николаевич ЛАБУНЦОВ, Герман Степанович ТШАКОВСКИЙ. 1922 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

*прим.авт) прошли в северном направлении до самой вершины. Здесь ими был найден штупф с обильным содержанием белого зернистого апатита совместно с мелкими выделениями эгирина, титанистого железняка и полевого шпата...» (Костылева, Бонштедт, 1921). Первая коренная жила, сложенная апатитом, встретилась 10 августа 1921 г. на южном склоне Кукисвумчорра. Двадцатью днями позже неподалеку от этого места была сделана находка, обратившая на себя особое внимание. А.Е.Ферсман пишет: «...30 августа. Ночь необыкновенно холодна (около  $-5^{\circ}\text{C}$ ), утром — иней. Выступили довольно усталые в долину между двумя отрогами Кукисвумчорра. Круто обогнули отрог и вошли в широкую долину... Идя по левому зеленому склону, на расстоянии приблизительно 1 километра пересекли приток, круто спускавшийся со склона Кукисвумчорра. В выносах этого притока большое количество зеленых глыб до 1 пуда весом апатитовой породы, часто посившей слоистый характер. За отсутствием времени и утомлением мы не могли искать коренных выходов жил апатита, повидимому, весьма доступных...» (Хибинские..., 1925). Обратив внимание на это описание, А.Н.Лабунцов в 1926 г. откроет здесь коренное Кукисвумчоррское апатитовое месторождение, а еще через три года на этом месте будет заложен первый в Хибинах рудник, интенсивно работающий по сей день.*

В 1922 г. апатитовые жилы были найдены и в долине Гакмана. Годом позже минералог Н.Н.Гуткова по этим материалам дала первые описания хибинского апатита и апатит-нефелиновой породы, отметив, в частности, что «...самой интересной является апатитовая порода между южными отрогами Кукисвумчорра, состоящая из мелкозернистого светло-зеленого апатита с большим количеством включенных минералов, расположенных рядами, вследствие чего эта порода кажется слоистой. Включения состоят из большого количества разъеденного элеолита, сфена, мелкозернистого эгирина...» (Гуткова, 1923). А.Е.Ферсман тогда же писал: «...особый интерес в Хибинском массиве представляют апатитовые жилы... Нет никакого сомнения, что такой материал, при большой чистоте и совместном нахождении фосфорной кислоты и разнообразных силикатов щелочей, явился бы практически очень важным, если бы... хозяйственная сторона его эксплуатации была бы обеспечена. Однако, район апатитовых жил до сих пор мало обследован, протяжение жил... не выяснено...» (Ферсман, 1923).

Пока печатались эти работы, в июле 1923 г. «...южный отряд экспедиции в составе: Э.М.Бонштедт, Е.Е.Костылевой, Б.М.Куплетского и А.Н.Лабунцова, проходя по вершине южного Расвумчорра, натолкнулся на россыпи глыб, содержащих в

себе большое количество апатита. Имея другие специальные задачи, отряд не произвел тогда детального осмотра плато Расвумчорра, и вопрос о происхождении этих апатитовых россыпей остался невыясненным...» (Лабунцов, 1930).

В 1924 г. работы экспедиции велись только в Ловозерском массиве, а год спустя возобновились и исследования Хибин: «...летом 1925 г. А.Н.Лабунцов, снова работая в южной части Хибинских тундр, помимо своего основного задания, предпринял осмотр плато южного Расвумчорра и выяснил, что под россыпями апатито-нефелиновой породы залегает и коренное ее месторождение. Хотя установить точные границы месторождения без специальных расчисток было невозможно, тем не менее все же было выяснено, что коренные выходы апатито-нефелиновой породы занимают площадь не менее 10000 кв.м. Сделанный в январе месяце 1926 г. в Институте Севера специальный доклад об апатитовом месторождении Расвумчорра возбудил с одной стороны большой интерес, но с другой стороны во многих вопросах, заданных докладчику (А.Н.Лабунцову — прим.авт.), чувствовалось и некое недоверие, как в смысле признания существования апатито-нефелиновой породы, так и залегания ее на большой площади. Это было вполне естественно, так как докладчик, располагая лишь данными однодневных полевых наблюдений, не мог дать исчерпывающих ответов на предложенные ему вопросы, а кроме того следует иметь в виду, что такая апатито-нефелиновая порода до сих пор еще нигде на всем земном шаре встречена не была (выделено А.Н.Лабунцовым — прим.авт.). Следствием этого было то, что когда был поднят вопрос об ассигновании денег для специального исследования Расвумчоррского месторождения, то это натолкнулось на трудности, и только благодаря отпуску Колонизационным отделом Мурманской жел. дор. в распоряжение Института Севера хотя и незначительной суммы — 700 рублей, удалось летом 1926 г. произвести обследование месторождения Расвумчорра и поиски новых месторождений...» (Лабунцов, 1930).

В фондах Историко-краеведческого музея г.Кировска сохранились машинописные отчеты о поисково-разведочных работах на апатит в Хибинских тундрах, проведенных в 1926 г. и 1927 г. Они подписаны начальником партии минералогом Александром Николаевичем Лабунцовым — первооткрывателем хибинских месторождений апатита. Именно в этих отчетах содержатся первые сведения о Расвумчоррском и Кукисвумчоррском месторождениях, открытых им в августе 1926 года, и Юкспорском, обнаруженном в июле 1927 г.

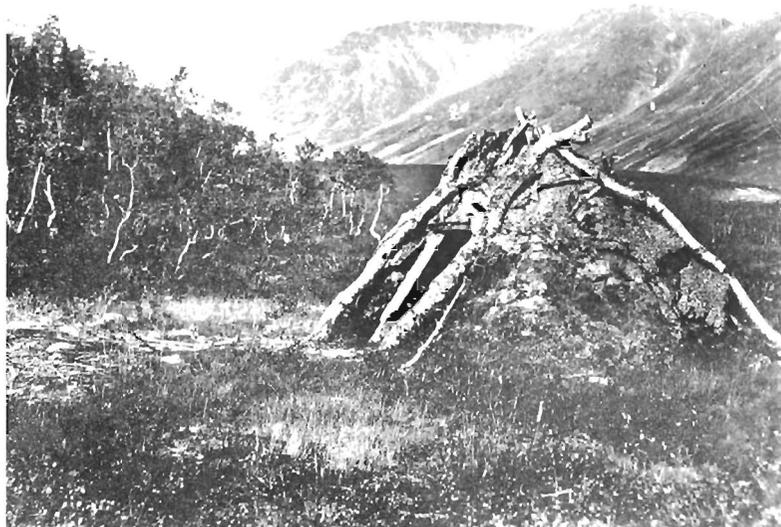
Из отчета А.Н.Лабунцова за 1926 г.: «...производя летом этого года обследование негматитовых жил С.Карелии на урановую руду и редкоземельные минералы, я смог приступить к работам в Хибинских Тундрах только в начале августа. 1-го августа я с помощником, студентом геохимического отделения Политехнического Института А.А.Сауковым (впоследствии известный ученый-геохимик — прим.авт.) и забойщиком В.В.Лепишиным, предоставленным в мое распоряжение трестом Русские Самоцветы, с полевошпатовых разработок в С.Карелии прибыли на ст.Имандру. Походное снаряжение — палатки, заплечные мешки, и пр., буровой и ручной инструмент, а также взрывчатые вещества мною были привезены с собой, как имеющиеся у меня при работе в С.Карелии. На ст.Имандра были наняты 5 человек рабочих для подноса в горы снаряжения, инструмента и продовольствия и для выноса добытой пробной партии апатита. 4-го августа партия в числе восьми человек выехала со ст.Имандра на разъезд Белый, расположенный в юго-западной части Хибинских Тундр, и в тот же день выступила пешком в исследуемый район горы Расвумчорр. Партия проработала в юго-восточной части Хибинских Тундр всего около 3-х недель и 26-го августа вернулась на ст.Имандра. Результаты работ следующие:

- 1) Прослежена мощная апатитовая залежь на перемычке, соединяющей Расвумчорр с Ловчорром (найденная еще в 1923 г.);
- 2) Найдено продолжение этой залежи на соседнем, западном отроге Расвумчорра, названном «Апатитовым»;
- 3) Найдена апатитовая залежь между южными отрогами Кукисвумчорра;
- 4) Вынесено около 160 кг апатита, взятого из различных частей месторождений;

..Найденная (на Кукисвумчорре — прим.авт.) апатитовая залежь... расположена на юго-западном склоне отрога в 1 км от впадения р.Ворткеуай в р.Лопарскую, на высоте около 100 метров над Ворткеуаем... Выход нефелино-apatитовой породы прослежен по склону горы на протяжении 70 м, причем верхняя граница ее обозначается довольно ясно, в отвесной стенке, с боков же и снизу она покрыта крупными осыпями, скрывающими ее истинное протяжение в стороны и залегание в глубину. Промеры отвесной стенки жили от верхнего ее края до начала скрывающей ее осыпи внизу дали от 8 до 12 метров. На Ю.З. склоне залежь идет почти горизонтально, а на Ю.В. склоне с падением к востоку под углом около 30°. По структуре жила является аналогичной с залежью Расвумчорра, т.е. состоящей из слоистой нефелино-apatитовой породы... Включающая апатитовую залежь порода, как и на Расвумчорре, часто обогащена сфеном. Спуск от залежи вниз в долину сравнительно полог, и в этом отношении м-ние легко доступно, но для эксплуатации его имеется другая трудность по вывозу, а именно путь по выходе из долины Лопарской на юг, т.к. все пространство севернее и северо-восточнее озера Большого Вудъявра представляет из себя низкую заболоченную котловину...



Александр Николаевич ЛАБУНЦОВ. Фотоснимок 1941 г.  
Из архива М.А.Лабунцовой



Вежа — временное жилище саами-оленьеводов — у озера Малый Вудъявр в Хибинах. 1922 г.  
Из архива М.А.Лабунцовой

*..На месторождениях Расвумчорра, т.е. на восточной части залежи и на Апатитовом отроге мною в присутствии Директора Института по изучению Севера Р.Л.Самойловича и сотрудника КЕПСа (Комиссия по изучению естественных производительных сил — прим.авт.) Д.И.Шербакова, прибывших в Хибины для ознакомления с найденными партией месторождениями апатита, поставлены заявочные столбы...»*

На этих столбах было вырезано:

М.Ж.Д.

С.И.

1926, 3/IX А.Н.Л.,

что означало:

Мурманская железная дорога

Институт по изучению Севера

Александр Николаевич Лабунцов

В период с 27 октября по 3 ноября 1926 г. И.Г.Эйхфельд, горный инженер П.Ф.Семсеров и зоолог Г.М.Крепс по поручению Колонизационного отдела Мурманской железной дороги и Института по изучению Севера вручную добыли на Расвумчорре около заявочного столба А.Н.Лабунцова (сейчас на этом месте расположен карьер «Апатитовый цирк» — прим.авт.) 100 пудов апатитовой руды для определения ее состава и для опытов по изучению свойств. Эта проба была вывезена на оленях саамским пастухом Зосимой Куимовым и затем распределена между сельскохозяйственной станцией в Детском Селе (сейчас г.Пушкин близ Санкт-Петербурга — прим.авт.), Институтом механической обработки полезных ископаемых (Механобр) в Ленинграде, фирмой Гумбольдт (Германия) и опытным сельскохозяйственным полем в Хибинах (Эйхфельд, 1927; Хибиногорский... 1934). В.И.Влодавец (1930) писал: «...методика обогащения нефелино-apatитовой породы не была известна, благодаря чему эта работа была одновременно передана Механобру и немецкой фирме Гумбольдт в Кёльне. Результаты работ по обогащению получились вполне удовлетворительные. Апатит поддавался обогащению. В концентрате содержание его доходило до 90-95%...»

Несмотря на положительные результаты, продолжение работ вновь оказалось проблематичным. Из письма А.Н.Лабунцова В.И.Вернадскому от 26.11.1935 г. (копия письма хранится в личном архиве М.А.Лабунцовой): «...поднятый мной весной 1927 г. вопрос об организации более крупных геолого-разведочных работ по апатиту несмотря на поддержку акад. А.Е.Ферсмана, не получил благоприятного разрешения, т.к. ни Геолог. Ком., ни другие организации в это дело не верили, и впопых лишь Колонизационный отд. Мурман. ж. д. снова обещал 8000 р., но затем смог выделить только 1000 р... На эти деньги я с тремя студентами проработал летом 1927 г. полтора месяца в Хибинских тундрах...»



Лагерь А.Н.Лабунцова у подножья горы Поачвумчорр. 1922 г. Из архива М.А.Лабунцовой



Иоган Гансович ЭЙХФЕЛЬД (слева) и Петр Федорович СЕМЕРОВ на плато Расвумчорр у заявочного столба, установленного А.Н.Лабунцовым. Ноябрь 1926 г. Фото: Г.М.Крепс. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

Из отчета А.Н.Лабунцова о работах 1927 г.: «...экспедиция выехала из Ленинграда 25-го июля, 27-го июля прибыла на ст.Хибины и в тот же день вышла в горы. К 10-му сентября был обследован весь намеченный район и экспедиция вернулась на ст.Хибины. ..В южной части Кукисвумчорра, на восточном из двух его южных отрогов, найдено самое большое месторождение нефелин-апатитовой породы. Оно расположено на высоте 500-650 м и прослежено пока по юго-западному склону на протяжении свыше 500 м, и по юго-восточному склону — на 260 м, при вертикальной мощности от 30 до 40 м (богатые руды) не считая более бедных низележащих руд. ..Следует отметить, что найденные этим летом месторождения на Юкспоре и Кукисвумчорре по залеганию, структуре и минералогическому составу аналогичны с открытыми мною в прошлом году в августе месяце месторождениями на Расвумчорре. Местонахождение, простирание и высота этих трех месторождений указывают на то, что они представляют собой выходы мощной полосы нефелино-апатитовой породы, проходящей дугой от горы Расвумчорр, через Апатитовый отрог его и через Юкспор к Кукисвумчорру...

..Кукисвумчорр: богатые руды — 3900000 кб.м. или 11700000 тонн. Содержание апатита в породе колеблется от 40 до 80%...

..Плато Юкспора: 1350000 кб.м. = 4050000 тонн, не считая крупных выходов на западном и восточном склонах. Среднее содержание апатита в породе около 50%...»

19 августа 1927 г. на месторождениях Кукисвумчорра и Юкспора А.Н.Лабунцовым были поставлены заявочные столбы (Лабунцов, 1930).

В 1928 г. хибинским апатитом всерьез заинтересовался Научный институт по удобрениям (НИУ). Его сотрудник Михаил Павлович Фивег, будущий руководитель разведочных работ на Кукисвумчорре, вспоминает: «...в начале 1928 г. у нас в институте появился представитель Колонизационного отдела Мурманской железной дороги, инженер-путеец Н.М.Гаевский. Он привез с собой образцы апатито-нефелиновой породы, добытой экспедицией И.Г.Эйхфельда. Обсудив все имеющиеся данные, мы решили начать поисковые работы. Причем наше внимание в первую очередь привлек Кукисвумчоррский выход, расположенный топографически в наиболее благоприятных условиях. В июле 1928 г. я выехал в Хибины... Знакомясь с россыпями глыб апатитовой породы, я убеждался в том, что разведку месторождения можно осуществить только с помощью глубоких канав, шурфов и буровых скважин...» (Фивег, 1971).

Во второй половине лета 1928 г. под руководством сотрудника Института по изучению Севера Владимира Ивановича Влодавца было выполнено первое детальное исследование Кукисвумчоррского месторождения, включавшее



Первые штабеля добытой апатитовой породы. Кукисвумчорр, лето 1928 г.  
Фото: В.И.Влодавец. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



Владимир Иванович ВЛОДАВЕЦ.  
Хибины, 1929 г. Из архива О.А.Воробьевой

проведение восьми борозд длиной более 800 м каждая, пересекающих склоны сверху донизу, документирование и химический анализ пород для каждого метра (Влодавец, 1930; Ферсман, 1960).

*«..Ввиду отъезда А.Н.Лабунцова в Памирскую экспедицию и в Афганистан, предварительная разведка была поручена геологу В.И.Влодавцу, который блестяще с нею справился и дал подсчеты, не только подтвердившие наблюдения А.Н.Лабунцова, но значительно их превосшедшие и приведшие к цифрам в 100-120 миллионов тонн породы с тем же средним содержанием около 20%  $P_2O_5$  только на двух месторождениях Кукисвумчорра и Юкспорра. Вместе с тем, ему удалось выяснить интереснейшие факты содержания в апатите до 2.3% окиси стронция. Блестящие результаты работ 1928 года В.И.Влодавца закрепили мнение о грандиозности месторождения. Организованные им химические испытания в специальной лаборатории на станции Хибины дали первый точный материал... о распределении фосфора в толще пород...» (Ферсман, 1929).*

17 марта 1929 г. была организована Апатито-нефелиновая комиссия, в состав которой вошли НИУ, Институт по изучению Севера, Колонизационный отдел Мурманской железной дороги, Геолком, Промэкспорт, Энергострой, Механобр и ряд других учреждений.

С широкомасштабных работ первой разведочной партии НИУ под руководством М.П.Фивега начался новый этап в истории освоения апатитовых месторождений Хибин: *«..для начала работ было выбрано Кукисвумчоррское месторождение, которое, на основании данных инж. В.И.Влодавца, ..расположено по сравнению с другими на более низких отметках — по нижней части склона отрога, поэтому наиболее доступного в транспортном отношении и обладающего достаточно большими запасами (5-6 млн. тонн) руд высокого качества, добыча которых возможна открытыми работами...» (Фивег, 1930б).*

А.Е.Ферсман (1929): *«..в марте 1929 года вопрос во всей широте был поставлен мною и В.И.Влодавцем в Комитете по Химизации в Москве и Ленинграде. Была выдвинута необходимость немедленного финансирования всего дела в размере около 250000 рублей и постройки гужевой дороги к месторождениям. Средства были ассигнованы... успех прекрасно налаженных работ не замедлил сказаться. Уже в июле... выяснилась желательность вывоза еще в текущем году около 1000 т породы, и потому было решено заменить гужевою дорогу — автомобильною, довести ее до самого месторождения Кукисвумчорра... Многочисленные партии... с успехом проработали все лето 1929 года, и к сентябрю стали вырисовываться результаты, которые по всей линии превзошли ожидания...».*

Вот что М.П.Фивег (1930а) пишет об условиях работ лета 1929 г: *«..работы предполагалось начать с детальной разведки открытой части месторождения с тем, чтобы к зиме, при улучшении транспортных и жилищных условий, перейти к бо-*



**Первый разведочный отряд НИУ** на железнодорожном разъезде Белый перед выходом в Хибины. 8 июля 1929 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г. Кировска



**Михаил Павлович ФИВЕГ.** Хибины, май 1930 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г. Кировска

лее сложным работам по изучению глубоко залегающих частей Кукисвумчорского месторождения. На оленях в конце апреля 1929 г. к месту работ было заброшено (под руководством И. Г. Эйхфельда — прим. авт.) тяжелое оборудование (перевезено 67 т; за доставку от разъезда Белого до места теперешнего поселка — приблизительно 20-22 км - лошарям было заплачено по 120 руб. за т). 8-го июня, после подготовительных работ в Хибинах и на Белой, в горы вышел первый отряд разведочной партии из 18 человек с грузом на плечах и тремя выючными лошадьми. Начиная с морен, подпруживающих озеро Большой Вудъявр, идти пришлось по глубокому снегу. Замерзшими еще большими болотами, севернее озера Б. Вудъявра, удалось провести выючных лошадей до моренной гряды у впадения ручья Ворткеуай в реку Лопарскую, где с апреля лежало наше имущество. Склоны гор почти сплошь были покрыты снегом. Партия поселилась в шалашах, сложенных из досок, завезенных для постройки барачков. Снежные выюги в течение нескольких дней не давали возможности начать работы, только после ряда коротких рекогносцировок 12 июня удалось приступить к проходке коротких промежуточных канав, от верхнего контакта рудного тела. Почти везде работу приходилось начинать расчисткой снега. Ко всем погодным и жилищным трудностям прибавилось осложнение с подачей с горы продовольствия. Нам с самого начала пришлось отказаться от широко практиковавшейся ранее подюски грузов на плечах, в силу небольшой производительности и дороговизны этой операции, и перейти на подвозку при помощи выючных лошадей. Проводники отказались проводить лошадей по болотам севернее Вудъявра, и нам приходилось сваленный у южного конца озера груз перевозить на лодках, а затем два километра подтаскивать по топкому болоту на спинах. И только в начале июля оказалось возможным проложить примитивную выючную тропу среди осей крупных глыб уррита и нефелиновых сиенитов по краю болота, в обход отрога Айкуайвенторра, самые топкие места болот долины Юкспориока перекрыть короткими гатями и по каменистым россыням выше болот обогнуть Юкспор. Лошади с большим трудом, растягивая сухожилия ног, доставляли 60-70 кг выюки, проходя 25 км от железной дороги до лагеря в пяти-шестичасовой срок...

20 июня из досчатого шалаша... технический персонал перебрался в только-что выспроенный барак. Два других для рабочих были закончены к концу июля. Во всех трех досчатых бараках легкого типа, площадью 330 кв. м, в августе жили 163 человека рабочих и технического персонала. Заселены были также и чердаки почти всех барачков. На зиму бараки были отеплены нутем обшивки стен войлоком, толем и вторым рядом досок. Кроме этих построек в течение лета сооружены баня, динамитный склад, караульное помещение, кузница, конюшня и др... Лето 1929 года было исключительно дождливым, холодным и сменялось затяжной осенью...»

По воспоминаниям М. П. Фивега, 20 августа 1929 г. на Кукисвумчорре с помощью станка шведской фирмы «Кре-лиус» под руководством опытного бурового мастера Р. М. Руденского началось бурение первой в Хибинах сква-



Палаточный городок разведочной партии НИУ у подножья Кукисвумчорра. Лето 1929 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

жины. Глубина ее на момент завершения в декабре того же года составила 241 м. Скважина показала, что апатитовое тело имеет большую протяженность в глубь горы (Каменев, 1999).

Главной проблемой при строительстве рудника и поселка стало отсутствие нормальной дороги для подвоза грузов. М.П.Фивег отмечает, что «...еще в апреле состоялась договоренность с Колонизационным отделом Мурманской железной дороги, по которой он... должен был построить хорошую выючную тропу от разъезда Белый до поселка в горах. В конце мая в Колонизационном отделе решено было приступить к постройке не выючной тропы, а авто-гужевой дороги, общим протяжением около 27 км...»

Вот что пишет участник работ В.И.Осиновский (1930): «...весна 1929 года была неблагоприятна для оленей: слишком мощный снежный покров и толстая ледяная корка сильно затрудняли добычу ягеля, и олени были настолько истощены, что дорогой падали. Это заставило оленеводов-зырян (коми из села Ловозеро, к которым руководство партии НИУ обратилось с предложением о транспортных работах — прим.авт.) отказаться от вывозки. Выручили лопари, проживающие вблизи железной дороги. Они быстро организовались, и 200 штук оленей начали перевозку специально распиленных небольшими концами досок...

Ввиду позднего таяния снега земляные работы по сооружению дорог начались лишь с июня... Трудности встретились колоссальные: полное отсутствие местной рабочей силы; нехватка инструментов, продовольствия и фуража; значительная пересеченность и заболоченность местности; масса мошки и комара; дождливое лето и осень. Несмотря на эти трудности, работы шли ускоренным темпом благодаря опыту и исключительной энергии строителей инж. А.Д.Окунева и П.Н.Будышева. К 1 июля просека продвинулась до Апатитового городка на речке Лопарской. 17 июля на работы поступила первая лошадь, к концу июля число лошадей достигло 30, в августе 40 и к октябрю 52. 25 июля началось колесное, а 1 августа автомобильное движение до 13-го километра. К 10 августа доставлен в горы бурильный станок со всеми принадлежностями для алмазного бурения, причем после 13 километра его тащили волоком. По мере окончания гатей сокращалось выючное движение и 12 августа началось колесное, а 13 августа автомобильное движение до озера Б. Вудьявр и 5 сентября до реки Юкспориок. Затруднения доставки бревен по ту сторону этой реки замедлили устройство гати, но все же к 25-му сентября

автомобиль дошел до Апатитового городка. К 7 октября было открыто сплошное движение автомобилей до конечного пункта дороги — места разработок апатитов на горе Кукисвумчорр, и в тот же день вывезена первая тонна апатита...

Вместо выючной тропы в четыре месяца была построена автомобильная дорога протяжением в 27 километров, с 63-мя мостами и 4587 метрами гатей..., — первая на Кольском полуострове... и первая автодорога во всем нашем Союзе в столь высоких широтах, далеко за полярным кругом...»

В фондах ОНТИ ОАО «Апатит» сохранилась копия телеграммы:

«из: Белого

куда: Мурманск, председателю окрисполкома

Сегодня седьмого октября открыто автомобильное движение от разъезда Белого до конечного пункта Вудьявской дороги горы Кукисвумчер протяжения 27 километров вывезена первая тонна апатита  
прораб Окунев»

7 октября 1929 г. считается «официальной» датой начала промышленной эксплуатации хибинских месторождений и, соответственно, днем рождения апатитовой промышленности Советского Союза.

Завершить краткий рассказ об этом периоде можно словами А.Е.Ферсмана (1929): «..итак, в итоге: мировое месторождение, наибольшее по запасам фосфатных руд в Союзе, ценное по своим спутникам — нефелину и рудам титана... Имена А.Н.Лабунцова — из Академии Наук — основного открывателя месторождений, В.И.Влодавца — из Института Севера — их первого детального исследователя, и М.П.Фивега — из Научного Института по удобрениям — первого разведчика... неразрывно связаны с этой проблемой и ее достижениями...»

## Разведка и начало эксплуатации Кукисвумчоррского месторождения (1929–30-е гг.)

Темпы освоения Кукисвумчоррского месторождения нарастали. 4 октября 1929 г. на заседании Президиума Госплана РСФСР был заслушан доклад А.Е.Ферсмана о хибинских апатит-нефелиновых месторождениях. Комиссия постановила: «..Признать за хибинскими апатитами ..первостепенное значение как в деле обеспечения Союза ССР фосфорным сырьем, так и в развертывании нашего экспорта.

Считать обязательным заданием для 1929-30 гг.:

а) закладку апатитовых рудников с общим масштабом добычи 1.500 тыс. тонн;

б) проведение железнодорожной ветки в район рудников... не позже 1 августа 1930 г.;

в) постройку в Ленинграде обогатительной фабрики (позже было решено строить фабрику не в Ленинграде, а в Хибинах — прим.авт.);

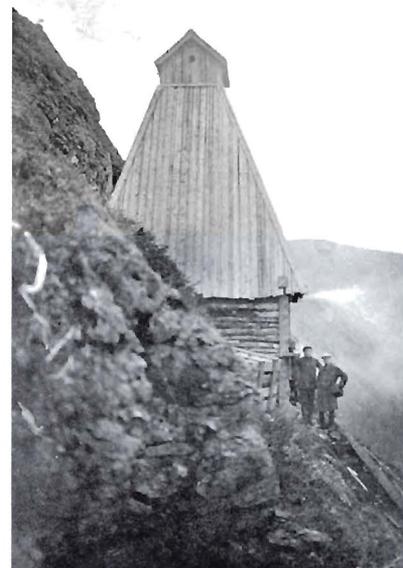
г) постройку и оборудование рабочего поселка в Хибинском районе;

Признать необходимым отпуск на разработку Хибинских апатитов в 29-30 гг. суммы 5 млн. рублей...» (Хибинские..., 1930).

В 1929 г. хибинским апатитовым проектом очень заинтересовался Сергей Миронович Киров, входивший в число самых высших руководителей Всесоюзной Коммунистической партии и, соответственно, являвшийся одним из первых лиц в стране. Во многом благодаря активной поддержке С.М.Кирова на протяжении пяти лет удавалось выдерживать очень высокие темпы работ в Хибинах.

13 ноября 1929 г. «Приказ по Высшему совету народного хозяйства РСФСР № 190. ..Организовать Трест республиканского значения для разработки и эксплуатации Хибинских апатитов под наименованием «Апатит»... Назначить... Временного Управляющего Треста т. В.И.Кондрикова...» (Хибинские..., 1930). Об огромной роли Василия Ивановича Кондрикова, талантливого организатора и руководителя, ставшего энтузиастом хибинской стройки, вспоминают все без исключения участники работ этого периода.

Разведочные работы НИУ также разрастались. М.П.Фивег (1932) пишет: «..начатые весной 1929 г. работы продолжались без перерыва на зиму. В полевой же, мало приспособленной обстановке производилась и камеральная обработка. В декабре 1929 г. мы уже смогли передать материал для проектировки рудника для открытой добычи на первом участке Кукисвумчорра. С октября 1929 г. разведочная партия приступила к добыче первой пробной партии руды для опытных работ внутри СССР и за границей. С января 1930 г. начались добычные работы треста «Апатит» (на IV карьере). Разведочные работы все время расширялись,



☞ **Участники разведочных работ НИУ на Кукисвумчорре.**  
 В заднем ряду слева направо: Роман Михайлович  
 РУДЕНСКИЙ, Григорий Степанович ПРОНЧЕНКО, Михаил  
 Павлович ФИВЕГ, Леонард Борисович АНТОНОВ. 1930 г.  
 Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

⬆ **Первая буровая вышка на Кукисвумчорре.** Август 1929 г.  
 Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

↔ **Так с помощью веревочных перил спускались со строящегося рудника зимой.** 1929 г.  
 Из архива О.А.Воробьевой

↔ **Василий Иванович КОНДРИКОВ.**  
 Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

☞ **Домики геологов НИУ у подножья Кукисвумчорра.**  
 Лето 1929 г.  
 Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

⬇ **Участники организационного совещания**  
 1 января 1930 г. в поселке под Кукисвумчорром.  
 В центре — Сергей Миронович КИРОВ.  
 Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



и уже к лету мы работали на четырех станках и кроме Кукисвумчоррской части захватили разведками открытую часть Юкспорского месторождения. К зиме работа велась уже 6 буровыми комплектами... На зиму 1931 г, после окончания разведки на Кукисвумчорре, мы сосредоточиваем силы на разведке подземных частей Юкспорского месторождения и с лета 1932 г. продолжим работы на плато Расвумчорра и начнем работы на новом, открытом в 1931 г. месторождении на Куэльпоре в долине Куньока...»

Из отчета А. В. Казакова об итогах работ Горно-геологического отдела НИУ за 1929-31 гг. (фонды КФ ГАМО): «..В работах ..принял участие нижеследующий инженерно-технический персонал:

- а) геолого-разведочные работы: М. П. Фивег (начальник группы), Л. Б. Антонов, С. А. Ступаков, Г. С. Пронченко, В. А. Крылов;
- б) топографические работы: И. М. Воин, Б. С. Фетисов;
- в) механическое обогащение: флотация — Г. О. Ерчиновский, К. А. Несмеянова;
- г) избирательное дробление, методика опробования и рудоразработки: Д. М. Черный;
- д) исследовательские работы в области эксплуатации и проектировки рудника: инж. Н. М. Гришин, Н. М. Покровский;
- е) петрография: М. П. Фивег, В. А. Зильберминц;
- ж) химия: С. Н. Розанов, В. А. Казаринова...»

Первые крупные работы, посвященные геологии апатитовых месторождений Хибин, в первую очередь Кукисвумчоррского, были опубликованы М. П. Фивегом (1932) и Л. Б. Антоновым (1934).

Рудник на Кукисвумчорре получил название Апатитовый, а поселок был назван «25-й километр».

Из материалов ОНТИ ОАО «Апатит»: «..В сентябре 1929 г. в Хибинах был заложен карьер №1, где четверо рабочих вручную, кувалдой начали делать шпур и взрывами динамитной смеси отбивать руду. Куски апатита сбрасывали по склону, а потом отправляли на разъезд Белый. Зимой этого же года на Лопарском склоне разработали еще два карьера. Горные работы на горе Кукисвумчорр были представлены одним уступом, на котором работало до 8-10 артелей по 4-6 человек. Выкатка руды из забоев производилась тачками, бурение было только ручное. Самыми тяжелыми для рудника были месяцы, когда создавались карьеры и участки, очищались забои, строились узкоколейка, скаты, бремсберги, ведь все это делалось в самую выюжную и холодную пору 1930 года — в январе-феврале. ..Летом 1930 года горняки соорудили самодельный скат с уклоном 29 градусов и длиной 1150 м. ..В 1930 г. на помощь горнякам пришли тракторы и автомобили. На руднике появились передвижные компрессоры, пневматические молотки, в ноябре 1930 г. заработала первая динамо-машина на 20 квт, приводимая в действие тракторным двигателем.

Разработка руды на юго-западном склоне Кукисвумчорра (свыше 500 м над уровнем моря) велась тогда уступами, имевшими двенадцатиметровую высоту и примерно такую же ширину. На гору к забоям люди поднимались по крутым длинным лестницам. С неимоверным трудом приходилось втаскивать на Кукисвумчорр оборудование: буровые станки, перфораторы, вагонетки. Начало комплексной механизации работ на руднике было положено в 1932 г, когда были пущены два бремсберга и вошел в эксплуатацию главный откаточный путь. Однако добывали, транспортировали и грузили руду в железнодорожные вагоны вручную. Откатка шла в значительной степени с помощью лошадей, не хватало компрессоров, вагонеток, не было запасных частей к компрессорам, не доставало давления в воздухопроводах, ремонтники не успевали чинить пути, шланги, отбойные молотки, вагонетки часто попадали под взрывы...»

В сентябре 1929 г. Мурманская железная дорога приступила к постройке ширококолейного рельсового пути от основной магистрали до Кукисвумчорра. В двух километрах южнее разъезда Белый была сооружена станция Апатиты (Хибиногорский..., 1934).

Автомобильная дорога по-прежнему оставалась самым слабым местом. М. П. Фивег отмечает в своем отчете (фонды КФ ГАМО): «..в конце октября 1929 г, после сильных дождей, пришлось несколько раз останавливать автомобильное движение и переходить на вьючную доставку грузов. К этому же способу нам пришлось перейти и в начале декабря, когда метелями нескольких дней были ликвидированы дороги для автомобильного движения. Возможность бесперебойной доставки грузов была установлена только с получением 40 гусеничных тракторов системы Cletrac...»

10 декабря 1929 г. — телеграмма управляющего рудником Абрамова Кондрикову: «7-го и 8-го разразилась снежная буря. Автодорогу занесло. На ее расчистке работает до 100 человек. Санкционируйте применение оленьего транспорта, который будет стоить не менее рубля за пуд руды. Конский стоит от 30 до 60 коп. за пуд».

Пока не было налажено собственное производство, способное перерабатывать апатит, основная часть продукции рудника отправлялась на экспорт через Мурманский морской порт. Во второй половине декабря 1929 г. к железной дороге ежедневно вывозилось по 30 т руды. На 19 декабря было добыто 600 т апатита и принят план добычи: на 1929-



Январь 1930 г. основной транспорт на Апатитовом руднике — олени.  
Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



Весной 1930 г. апатитовую руду вывозили к железной дороге на тракторных санях.  
Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

30 г. — 100 тыс. т, на 1930–31 гг. — 500 тыс. т, на 1932 г. — 1 млн т. Первая партия хибинского апатита попала в Германию уже в марте 1930 г. (Хибиногорский..., 1934).

30 декабря 1929 г. в Хибины впервые приехал С.М.Киров, а 1 января 1930 г. в поселке под Кукисвумчорром состоялось совещание с его участием, посвященное дальнейшему расширению добычных и строительных работ.

Из постановления Совета труда и обороны СССР № 104683 от 29 мая 1930 г.: «..Основной задачей, которая поставлена перед Трестом, является организация рудничного хозяйства для добычи 250 тыс. тонн руды в 29/30 г. и 1 млн. тонн в 30/31 г. с дальнейшим расширением. Стоимость 1 тонны руды на рудничном складе по проекту исчисляется в 8 руб. в первые годы работ. Добываемая в 30 г. руда без обогащения должна пойти на экспорт. В 31-м же году часть руды должна быть обогащена для внутреннего потребления, остальная часть — на экспорт. Проект обогатительной фабрики на 250 тыс. тн. концентрата в год закончен и начаты подготовительные мероприятия к строительству. При условии получения оборудования в сентябре-октябре 30 г. фабрика может быть смонтирована и пущена в работу во 2-м квартале 30/31 г. Получение концентрата Хибинских апатитов освобождает страну от ввоза марокканских фосфоритов...»

Из материалов ОНТИ ОАО «Апатит»: «..на основании опыта работ 1930 г. институтом «Гипроруда» был разработан проект дальнейшего развития рудника, в котором было:

- 1) разработка первые 10 лет ведется открытым способом с высотой уступа 12 м;
- 2) бурение пневматическое;
- 3) уборка руды вручную — совком и скребком, погрузка в 1.5-тонные вагонетки «Коппель»;
- 4) междууступный спуск руды производится по деревянным скатам;
- 5) спуск руды с уступов до главного откаточного пути — бремсбергами, скиповыми рудоспусками и шахтами;
- 6) откатка руды по гор. +446 м — мотовозная, составами из 12-16 вагонеток;
- 7) погрузочные эстакады — на гор. +373 м;
- 8) откатка на разгрузочных эстакадах — первоначально конная, в дальнейшем мотовозная;
- 9) погрузка из вагонеток «Коппель» в железнодорожные вагоны — вручную...»

В мае 1930 г. было начато планирование, а затем и строительство постоянного города. 22 августа трест «Апатит» просит облисполком назвать строящийся город Хибиногорском (Кировский..., 1935). 1 августа 1930 г. на берегу озера Большой Вудъявр началось строительство Апатито-нефелиновой обогатительной фабрики АНОФ-1, первая очередь которой — на 250 тыс. т апатитового концентрата в год — была сдана в эксплуатацию уже 8 сентября 1931 г.

19 июня 1930 г. открылась Хибинская горная станция Академии Наук, организации которой уже несколько лет добивался А.Е.Ферсман. При этой станции, получившей название «Тьетта» от саамского слова, одним из значений которого является «знание», функционировали первоклассная химическая лаборатория для анализа минералов и горных пород, естественно-научный музей, ботанический сад, библиотека. В июне 1934 г. Хибинская горная станция была реорганизована в Кольскую базу Академии наук (Ферсман, 1960). Здесь в начале 30-х гг. работали А.Н.Ла-



Уборка снега перед горными работами на склоне Кукисвумчорра. 15 мая 1930 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



Рудопуск на Кукисвумчорре. Июнь 1930 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

бунцов, Е.Е.Костылева-Лабунцова, О.А.Воробьева, И.Д.Борнеман-Старынкевич, Т.А.Бурова и ряд других выдающихся минералогов, петрографов, химиков. Они тесно сотрудничали с трестом «Апатит». Из письма А.Н.Лабунцова В.И.Вернадскому от 26.11.1935: «...управляющим трестом В.И.Кондриковым я был приглашен организовать геолого-разведочное дело. В тресте «Апатит» я проработал с 15.XII.1929 г. по VII 1934 г, сначала завед. Геолого-разведочным отделом, а затем по привлечении в 1932 г. крупных горных инженеров, консультантом по научно-геологическим вопросам...»

В эти годы разворачиваются планомерные работы по изучению минералов-спутников апатита с перспективой их практического использования, в первую очередь нефелина и титанита. Горячим сторонником комплексного использования кукисвумчоррской руды выступал В.И.Кондриков, неоднократно указывавший на возможность применения нефелина во многих отраслях промышленности (Кондриков, 1931). Исследования этих минералов велись силами НИУ: «...с 1931 года определился особый интерес треста «Апатит» к нефелиновому сырью и мы получили задание на поисковые работы, основной целью которых было обнаружение закономерностей распределения в объеме ийолитовой интрузии богатых нефелином уртитовых шлиров. На найденных месторождениях необходимо было провести опробование...» (Фивег, 1936).

В фондах КФ ГАМО сохранилась служебная записка:

«29 июля 1931

Начальнику разведочной партии НИУ инженеру Фивег М.П.

Опыты по извлечению  $TiO_2$  из сфена, произведенные в ГИПХе и лаборатории «Лакокраски» дали положительный результат. Общий выход  $TiO_2$  из сфена равен 68-70%. Опыты произведены со сфеном, полученным обогащением апатито-нефелиновой породы (в Механобре), доставленной нами с Кукисвумчорра (4 карьер-канавы).

Зав. геолого-разведочным отделом

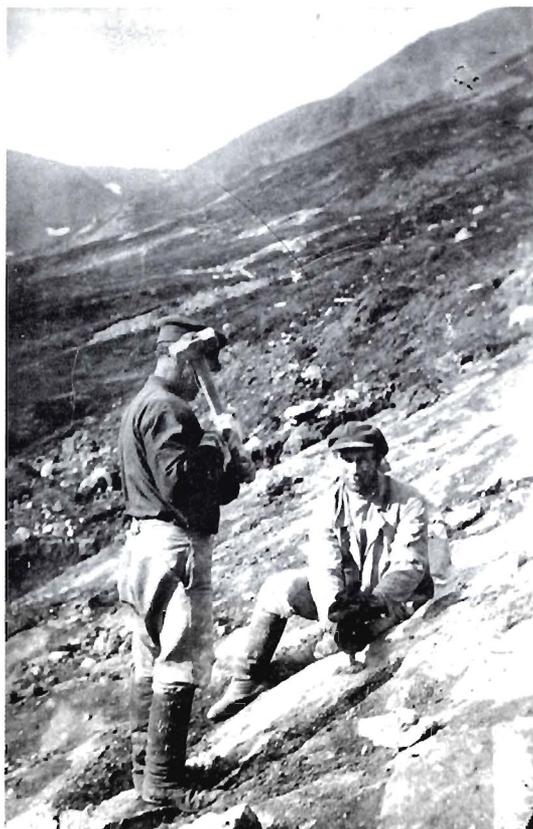
/Семенов/»

1 марта 1932 г. на Кукисвумчорре началось сооружение подземного рудника. Он дал первые тонны руды уже в 1933 г.

В декабре 1932 г. начал работу Опытный химический (фосфорный) завод треста «Апатит» по производству из апатитовой руды красного и желтого фосфора и фосфорной кислоты. В 1934 г. на Юкспоре началась добыча ринкита-ловчоррита как редкоземельной руды и была запущена опытная сфен-ловчорритовая обогатительная фабрика.

К 1933 году работы НИУ в Хибинах подошли к завершению: «...полевые работы НИУ... продолжались до февраля 1933 г. Затем, по постановлению Главхимпрома, личный состав партии, оборудование, музей, большой архив образцов и керны были переданы тресту «Апатит», в составе которого организовалась контора Новпромапатита. ..С 1935 г. Новпромапатит ..был реорганизован в разведочный сектор при Рудоправлении рудника им. т. Кирова...» (Фивег, 1936).

Рабочих в Хибинны завозили из обжитых районов России и Украины, и очень многих принудительно — в качестве так называемых спецпереселенцев. В основном это были репрессированные крестьяне, вся вина которых состояла в недостаточной бедности. Гораздо сложнее оказалось найти нужное число квалифицированных специалистов. «На помощь» пришло тюремное ведомство — Главное управление исправительно-трудовых лагерей (ГУЛаг) ОГПУ. Хибинская стройка стала одним из объектов, где проходила опробование вошедшая затем на ближайшие два десяти-



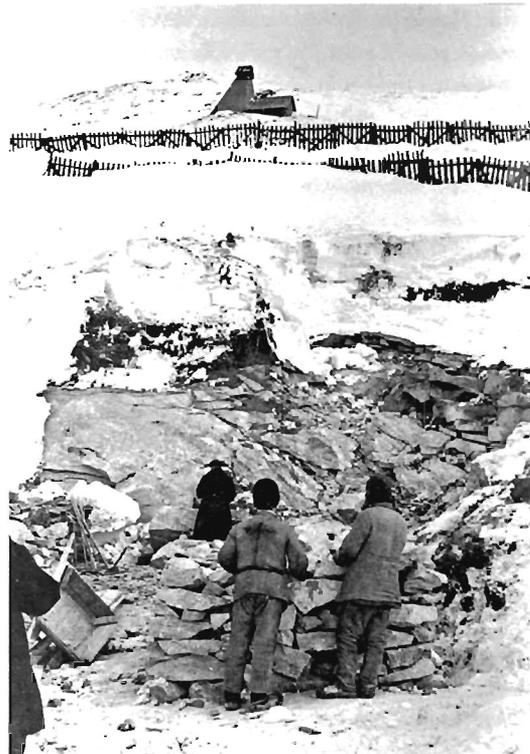
↑ Конные поезда у рудоспуска на Кукисвумчорре. 30-е гг. Из фондов Отдела научно-технической информации ОАО «Апатит»

⇐ Ручное бурение на карьере Апатитового рудника. Август 1930 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



↑ Первое здание «Тигетты» — Хибинской горной станции Академии Наук под горой Псачвумчорр. Лето 1930 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

⇨ Добыча апатита открытым способом на склоне Кукисвумчорра. 1930 г. Из архива О.А.Воробьевой





☞ Улица в Хибиногорске. Октябрь 1930 г.  
Из фондов Историко-краеведческого музея г. Кировска

☝ Первый паровоз на Апатитовом руднике. 1931 г.  
Из фондов Историко-краеведческого музея г. Кировска

☞ Вывоз вагонеток с апатитовой рудой из горных выработок с помощью конного поезда. 30-е гг.  
Из фондов Историко-краеведческого музея г. Кировска

☝ Спуск руды с карьера на Кукисвумчорре. 30-е гг.  
Из фондов Отдела научно-технической информации ОАО «Апатит»

☝ Транспортировка вагонеток с апатитовой рудой с помощью мотовоза. 30-е гг. Из фондов Отдела научно-технической информации ОАО «Апатит»





Шахтеры у входа в штольню строящегося подземного рудника. Начало 30-х гг. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



Музей Горно-химического техникума в Хибингорске. Февраль 1932 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска



Павел Константинович СЕМЕНОВ. 1943 г. Из фондов Историко-краеведческого музея г.Кировска

летия в широкую практику в СССР схема привлечения к работе по специальности заключенных, имеющих инженерно-технические и научные профессии. Совсем неподалеку, в Северной Карелии, в городе Кемь располагалось печально знаменитое Управление Соловецких и Карело-Мурманских исправительных лагерей (УСЛАГ) — первенца охватившей в 30-е годы всю страну гигантской сети лагерей и тюрем, одной из главных экономических опор сталинского социализма. В фондах КФ ГАМО находятся документы, дающие представление о взаимоотношениях между трестом «Апатит» и УСЛАгом. Приведем некоторые выдержки:

*«Договор К 1595 А*

*1931 г., июля «29» дня. Мы нижеподписавшиеся; с одной стороны — Управление Соловецкими и Карело-Мурманскими Исправительными Трудовыми лагерями ОГПУ, именуемое в дальнейшем «УСЛАГ» в лице Врид. Нач. Управления ЛИНИ-НА Отто Георгиевича и с другой стороны Правление Всесоюзного Государственного Треста «Апатит», именуемого в дальнейшем «КОНТРАГЕНТ», в лице Управляющего Транспортной Конторы Треста СИМОНОВА Ивана Николаевича..., заключили настоящий договор в нижеследующем:*

*§1. УСЛАГ предоставляет в распоряжение КОНТРАГЕНТА для постоянной работы шесть (6) заключенных, поименованных в особом списке, прилагаемом к настоящему договору и составляющим с ним нераздельное целое.*

*.....*

*§3. Рабочий день заключенных, как специалистов, считается не нормированным. Работа производится в порядке пятидневной производственной недели, с установленными днями отдыха.*

*§4. О всякой отлучке заключенных, продолжающейся свыше одних суток, КОНТРАГЕНТ обязуется немедленно уведомлять в письменной форме 6-й Хибинский Отдельный Пункт УСЛАГ.*

*§5. Перевод заключенных на другую работу или в иное место работы, а также командирование за пределы района производства работ может иметь место не иначе как с письменного разрешения на то УСЛАГ в каждом отдельном случае.*

*§6. КОНТРАГЕНТ обязуется снабдить за свой счет заключенных необходимой спецодеждой и др. предохранительными приспособлениями по нормам, установленным для соответствующей категории служащих или рабочих на предприятии КОНТРАГЕНТА, и предоставить бесплатно годное для жилья и вполне оборудованное помещение, в пределах жилищно-санитарной нормы, с отоплением и освещением, а также пользование баней. Для мытья в бане КОНТРАГЕНТ выдает безвозмездно заключенным мыло, а также производит стирку белья.*

*.....*

*§13. Рабочая сила (§1) по настоящему договору предоставляется УСЛАГом срочно по 1-е февраля 1932 г.*

*ПРИМЕЧАНИЕ: УСЛАГ сохраняет за собою право снять законтрактованных заключенных с работ в любое время, без возмещения КОНТРАГЕНТУ могущих произойти от этого каких-либо убытков.*

§14. Цена договора определяется в ДВАДЦАТЬ ОДНУ ТЫСЯЧУ ШЕСТЬСОТ (21 600) рублей...

СПИСОК законтрактованных специалистов из заключенных:

1. Владимир Петр Николаевич — горный инженер
2. Белков Михаил Дмитриевич — инженер-технолог
3. Сизов-Сапко Александр Иванович — инженер-технолог
4. Дистерло Борис Николаевич — инженер-транспортник
5. Линденер Борис Александрович — минеролог
6. Шубин Владимир Христофорович — экономист...»

(Как можно видеть, в этом списке значится и известный минералог Б.А.Линденер, ученик В.И.Вернадского, который позже, после освобождения, остался в Хибинах и стал руководителем Дома техники комбината «Апатит» — прим.авт.).

УСЛАГ перемещал заключенных по своему усмотрению, часто не дожидаясь окончания контракта:

«№6531 от 24.IX.1931

Управляющему треста «Апатит», г.Хибиногорск

Сообщаем, что заключенный инженер Владимир П.Н. снимается у Вас с работы и подлежит направлению в Кемь не позднее 7-го сентября.

Нач. уч.-распред. отдела УСЛАГ

/Кузнецов/»

В то же время, трест «Апатит», будучи весьма заинтересован в продолжении работы ценных специалистов, всеми силами пытался оставить их у себя:

«№2846

10 мая 31

Московский областной ОГПУ — г.Москва

Копия — Начальнику УСЛАГа т.Иванченко г.Кемь

Управление Треста настоятельно просит Вас оставить на работе в Рудоуправлении Треста, на 25 км. Хибино-Апатитовых разработок, штейгера Левитина Семена Исаевича, который подлежит ныне переброске в другое место за окончанием срока его контрактации (договор от 13/1 с.г.) в связи с истечением срока содержания его в лагере. Левитин С.И. для Треста незаменимый работник не только потому, что он в штейгерском деле обладает значительным практическим стажем, но и потому, что Рудоуправление испытывает вообще крайнюю потребность в инженерно-техническом персонале, без каких-либо серьезных перспектив на его пополнение, особенно по такой дефицитной специальности как штейгера.

Просьба по возможности ответ не задержать.

Зам. управления Трестом

/Киреев/»

1 декабря 1934 г. в Ленинграде террористом был застрелен С.М.Киров (целый ряд обстоятельств его гибели по сей день остается загадкой, и многие историки не без оснований полагают, что он был убит по негласному указанию Сталина, опасавшегося конкуренции со стороны Кирова, чья популярность в Коммунистической партии и в народе была очень велика и продолжала расти — прим.авт.). Вскоре после этого город Хибиногорск по просьбе жителей был переименован в Кировск (17.12.1934), а Апатитовый рудник — в рудник имени Кирова, или Кировский. Хорошо известно, что власть использовала убийство С.М.Кирова как повод для того, чтобы развернуть в стране террор невиданной силы. Репрессии коснулись и треста «Апатит». Из воспоминаний И.Л.Тартаковской, жены В.И.Кондрикова: «...Кондрикова арестовали в начале 1937 года... У поезда его встретили люди в форме, усадили в сани и молча довели до дома. Там уже шел обыск... Кондрикова обвиняли в связи с врагами народа, во вредительстве, непочтительном отношении к партаппарату и даже в связи с иностранной разведкой. К чести Василия Ивановича, держался он во время следствия с достоинством, никого из товарищей по партии и работе в Хибинах не оговорил... Из заключения Кондриков не вернулся: его расстреляли...» (Эпоха., 2001). Пострадали и многие другие сотрудники треста.

В 1937 г. началось строительство Юкспорского подземного рудника. Развернулось разведочное бурение глубоких горизонтов Кукисвумчоррского месторождения. В мае 1939 г. была введена в строй Нефелиновая фабрика мощностью 200 тыс.т нефелинового концентрата в год. Планировалось дальнейшее расширение добычных и строительных работ, но помешала начавшаяся 22 июня 1941 г. война.

## Военный и последующий периоды (с 1941 г)

С первых дней Великой Отечественной войны запад и северо-запад Кольского полуострова оказались в зоне тяжелейших боев. Немецкие части рвались к Мурманской железной дороге и промышленным объектам, но встретили ожесточенное сопротивление, в том числе и со стороны специально созданных партизанских отрядов. Штаб одного из них возглавил Павел Константинович Семенов, главный геолог, а в будущем и начальник Кировского рудника. Район Хибин не был захвачен немцами, но Кировск сильно пострадал от авиационных налетов. Уже 28 июня 1941 г. бомбежка произвела значительные разрушения на обогатительной фабрике. Началась эвакуация жителей города и оборудования комбината «Апатит» в глубь страны, в основном на Урал и в Среднюю Азию.

В фондах КФ ГАМО хранятся документы военного периода: «..война изменила направление деятельности комбината «Апатит». Со второй половины 1941 года полностью остановлена добыча руды на руднике им. Кирова и прекращена выработка апатитового, нефелинового, сфенового, ловчорритового и перовскитового концентратов. По распоряжению Наркомхимпрома производственное оборудование рудника и цехов комбината было демонтировано и эвакуировано в глубокий тыл. Были расформированы научно-исследовательский сектор комбината, Дом техники, геологоразведочные партии, геологическая и гидрогеологическая службы. ..Комбинат перешел в разряд предприятий оборонного значения. 96% продукции, выпущенной в 1942 году, составляли боеприпасы и вооружение. Ведущим цехом комбината во время войны являлся Опытный химический завод, производивший желтый и гранулированный фосфор и зажигательную смесь «КС». Механическая мастерская рудника им. С.М.Кирова, механический и столярный цеха изготовляли штыки, мины М-60, противопехотные и подводные мины. Комбинат выполнил ряд заказов по изготовлению хирургических никелированных инструментов, топориков и финских ножей для авиадесантных частей, замков к зенитным пушкам, снегоочистительных устройств для военных аэродромов...»

Из отчета о деятельности рудника им. Кирова за 1942 г. (фонды КФ ГАМО): «..основной продукцией рудника в 1942 г. являлась апатитовая руда повышенного качества для Опытного химзавода... Кроме того на руднике было освоено производство динамона «К» (бризантное взрывчатое вещество — прим.авт.)...»

Из материалов ОНТИ ОАО «Апатит»: «..в конце 1941 г. коллектив рудника состоял из 115 человек. Из них 20-25 человек занималась добычей богатой руды с 35% и более  $P_2O_5$  (она использовалась на фосфорном заводе в небольших объемах — 1200-1300 т в месяц), остальные работали в механических мастерских... За годы Великой отечественной войны коллектив комбината «Апатит», где око-

Здание Президиума Кольского филиала Академии наук СССР в поселке 25-й километр у подножья Кукисвумчорра. 50-е гг. Из архива О.А.Воробьевой



ло 50% рабочих составляли женщины, дал фронту более 2300 т желтого фосфора, 355 т гранулированного фосфора, 539 т зажигательной смеси, 206 т карбида кальция. В штольнях были оборудованы механические мастерские по производству вооружения...»

В середине 1943 г. комбинат «Апатит» приступил к восстановлению зданий и подземных выработок, реэвакуации и монтажу оборудования, налаживанию производства апатитового и нефелинового концентратов. Из отчета по обследованию состояния рудника им. Кирова на 1 мая 1943 года (фонды КФ ГАМО): «...в течение 22 месяцев, т.е. с I.VII.1941 по I.V.1943 эксплуатационные работы на руднике в значительной своей части не производились. Рудник находился в состоянии консервации. Работы велись на открытом руднике на уступах 545 м и 485 м и на подземном руднике в блоке 5/6 473 гор. За период консервации подземного рудника произошло сильное обледенение горных выработок. Для приведения рудника в рабочее состояние необходимо прежде всего освобождение от льда откаточных горизонтов, без чего нельзя восстанавливать люковое, путевое, пневматическое и силовое хозяйство. В настоящее время местами толщина ледяного слоя достигает 1.5 м, причем у люковых камер образовались ледяные перемычки, зачастую представляющие сплошные стены, не дающие возможности прохода по штрекам. Если и в дальнейшем рудник будет на консервации, не исключена возможность заполнения льдом выработок на всю высоту их...»

Из материалов ОНТИ ОАО «Апатит»: «...во втором полугодии 1943 г. производилась очистка выработок от льда. Не было освещения, вентиляции... Лед вывозили на поверхность мотовозами. К апрелю 1944 г. рудник был подготовлен к эксплуатации и начал давать руду — до конца года 286 тыс. т. В 1944 г. стали отзывать из армии горняков-специалистов, ранее работавших на комбинате «Апатит»...»

В апреле 1944 г. АНОФ-1 возобновила выпуск апатитового концентрата, а к маю 1945 г. — к концу войны — комбинат был практически полностью восстановлен.

Из материалов ОНТИ ОАО «Апатит»: «...в 1949 году довоенный уровень производства на комбинате был превзойден на 33.3% по добыче руды, 26% по выпуску апатитового концентрата, а выработка нефелинового концентрата составила 183.7% довоенного уровня...». Выпуск опытной продукции — титанитового и ловчорритового концентратов, а также красного и желтого фосфора после войны не был возобновлен за отсутствием спроса.

До 1950 г. рудник им. Кирова, эксплуатирующий Кукисвумчоррское месторождение, был единственным добывающим предприятием в Хибинах. 11 октября 1950 г. начал работу Юкспорский рудник (однако, на полную мощность он вышел лишь в 1954 г).

22 мая 1950 г. «для лучшего обеспечения рабочей силой», т.е. заключенными, комбинат «Апатит» был передан Министерству внутренних дел СССР в подчинение Главному управлению лагерей горно-металлургической промышленности

Поселок 25-й километр у подножья горы Кукисвумчорр. 2002 г. Фото: А.Турчкова





**Кировский рудник:** слева — действующий Северный карьер и его отвалы в долине реки Ворткеуай, справа — обрушившийся склон отрога Кукисвумчорра и уступы старого карьера. 2002 г. Фото: И.Пеков



**Кировский рудник:** один из шахтных копров и административно-бытовые здания. На дальнем плане — карьер Юкспорского рудника на горе Юкспор. 2002 г. Фото: И.Пеков

(ГУЛГМП). Известный минералог академик Николай Павлович Юшкин, который был в 1952–54 гг. студентом Горно-химического техникума в Кировске, вспоминает: «...заключенные — основная рабочая сила. Целые районы города являются лагерями. Высокие ряды колючей проволоки, сторожевые вышки, за проволокой — высокие дощатые заборы, за заборами — кварталы барачков... Каждое утро, когда мы идем в техникум, по городу движутся к рабочим местам длинные плотные колонны заключенных. Эки в серых или черных ватниках, таких же ватных штанах, валенках, ушанках. Колонны серые, мрачные. Впереди и сзади — по шеренге конвоиры с огромными собаками, по бокам — конвоиры с автоматами...» (Юшкин, 1996).

Заклученные использовались и на геологоразведочных работах. В фондах КФ ГАМО сохранился такой документ: «3.X.1952 г. Упр. комб. «Апатит»

Начальнику ЛО-2 капитану тов. Шпаченко

В трехдневный срок подготовьте, из числа з/к с малыми сроками из числа отбывших половину срока наказания, три бригады общим количеством 100 человек и 50 человек расконвоированных з/к и ежедневно направляйте их работать в Расвумчоррскую геолого-разведочную партию. Об исполнении доложить 7/Х-52.

Зам. начальника комбината «Апатит»,

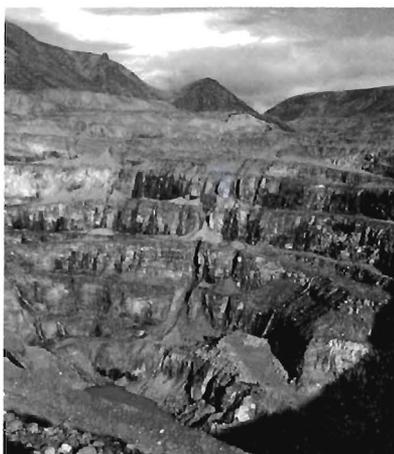
майор Шкрабан»

5 марта 1953 г. умер Сталин и в стране начались перемены. Уже 10 марта Совет министров СССР принял постановление №832-370-СС об обратной передаче комбината «Апатит» в Министерство химической промышленности. «Основной рабочий контингент» стал увольняться: «...потихоньку то поодиночке, то небольшими группами, то массово, по амнистии начали выпускать заключенных. Ликвидировали лагеря, снимали заборы, лагерные бараки отдавали под жилье...» (Юшкин, 1996).

На рубеже 40–х–50–х гг. возобновилось комплексное исследование Кукисвумчоррского месторождения, в основном силами геологов Кольского филиала Академии наук СССР (КолФАН) — преемника Кольской базы, и комбината «Апатит». С 1950 г. Т.Н.Ивановой начато изучение структуры рудного тела и его контактов с вмещающими породами. К концу 1951 г. по накопившемуся огромному фактическому материалу Л.Б.Антонов выполнил подсчет запасов апатита и нефелина на Кукисвумчорре (Антонов, 1951; Курбатов, 1953; Иванова, 1963). Несколько позже развернулись работы по детальному изучению тектонических особенностей месторождения (Вировлянский и др., 1965; Онохин, 1965, 1975).

В 1956 г. Юкспорский рудник вошел в состав рудника им. Кирова. В 1964 г. подземные и открытые горные участки, расположенные на Юкспорском месторождении, были выделены в самостоятельный Юкспорский рудник, который в 1989 г. вновь был слит с рудником им. Кирова в Объединенный Кировский рудник.

Начиная с послевоенных лет и до настоящего времени развитие геологоразведочных и добычных работ на апатитовых месторождениях Хибин, в том числе на Кукисвумчоррском, носит планомерный характер. В 1964 г. вступил в эксплуатацию горизонт +322 м Кировского подземного рудника, а в 1975 г. — горизонт +252 м. В 1965 г. был заложен Саамский карьер. Таким образом, сегодня Кукисвумчоррское месторождение вскрыто подземным рудником (его выработки в основном располагаются под южным отрогом Кукисвумчорра и долинами рек Ворткеуай и Лопар-



Саамский карьер Кировского рудника. 2002 г.  
Фото: А.Турчкова



Разбуривание негабаритных глыб на Северном карьере. 2002 г.  
Фото: И.Пеков

ской), Северным карьером (на южном отроге Кукисвумчорра, практически на месте первых карьеров) и Саамским карьером (в долине р.Лопарской, между отрогами Кукисвумчорра и Юкспора).

По данным ОНТИ ОАО «Апатит» на 1999 г, за 70 лет Кировским рудником:

- пройдено горных выработок 1 млн. 185 тыс. 572.7 погонных метров;
- пробурено глубоких скважин 12 млн. 767 тыс. 114 погонных метров;
- добыто и отгружено на обогатительную фабрику 422 млн. 88.8 тыс. т апатитовой руды, в том числе подземными работами 297 млн. 291.4 тыс. т и открытыми работами 124 млн. 797.4 тыс. т.

В 1999 г. на Кировском руднике работало 2118 человек.

Помимо Кировского, в Хибинах сегодня существуют еще несколько апатитовых рудников. Все они входят в состав ОАО «Апатит». Это карьер «Апатитовый цирк» (на северных отрогах г.Расвумчорр, вступил в эксплуатацию в 1955 г), Расвумчоррский подземный рудник (действует с 1957 г), Центральный рудник (гигантский карьер на плато Расвумчорр, дал первую руду в 1964 г) и Восточный рудник, объединяющий два карьера — на г.Коашва (работы начаты в 1978 г) и на г.Ньюрпахк (с 1982 г).

## К истории минералогического изучения Кукисвумчоррского месторождения

В период 20–30-х гг. при всей интенсивности геологических работ на Кукисвумчоррском месторождении минералогия его оставалась изученной достаточно слабо в сравнении с другими районами Хибин. Так, в книге «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр» (Бонштедт и др., 1937) — первой крупной минералогической сводке по этим объектам — нашему месторождению уделено весьма скромное место. Сколь-либо детально описаны лишь «полезные» минералы — апатит, нефелин и титанит, слегка затронуты полевые шпаты и эгирин, а из прочих охарактеризованы лишь сапонит и продукт изменения ринкита — «медистый вудьяврит», да отмечаются сульфиды, найденные в аншлифах ийолитов. О пегматитовых минералах книга практически не упоминает. Это кажется тем более странным в свете того, что хибинская экспедиция Академии наук состояла, как мы помним, главным образом из минералогов (А.Е.Ферсман, А.Н.Лабунцов, Е.Е.Костылева, Э.М.Бонштедт, Н.Н.Гуткова), активно изучавших пегматиты, а в тресте «Апатит» в те годы работал известный минералог П.Н.Чирвинский. Вероятно, такое состояние минералогической изученности месторождения в эти годы стало следствием сильного приоритета разведочных и эксплуатационных задач, в которые не входило детальное исследование минералогии.

Эти работы начались лишь после войны, во второй половине 40-х гг. Главным геологом Кировского рудника был П.К.Семенов, проявлявший большой интерес к минералогии и сотрудничавший в минералогическом отделе КолФАН, чья база, кстати, находилась в этот период в поселке 25-й километр, непосредственно под Кукисвумчорром. В Геологиче-



Северный карьер Кировского рудника. 2002 г. Фото: А.Турчкова

ском музее КНЦ РАН хранятся сотни образцов из Кукисвумчоррского месторождения, переданных П.К.Семеновым в эти годы. В 1946 г. он впервые для Хибин обнаружил проявления виллиомита и содовых минералов, связанные с пегматитами и гидротермалитами гор. +392 м (П.К.Семенов, 1959). С 1945 г. развернулись систематические минералогические работы по Кукисвумчоррскому месторождению, выполнявшиеся силами КолФАН совместно с кафедрой минералогии Ленинградского государственного университета. Они продолжались до 1952 г. под руководством сначала заведующего кафедрой ЛГУ С.М.Курбатова, а с 1948 г. — сотрудника КолФАН С.С.Курбатова. В рамках этих работ изучались породообразующие (полевые шпаты — Л.Л.Солодовникова, пироксены — Л.Н.Никулина, нефелин — С.С.Курбатов, титанит — А.Ф.Михайлова, и др.) и аксессуарные (П.К.Семенов) минералы магматических пород, а также минералогия разрушенных «охристых» зон (Ю.В.Никитин); пегматиты практически не затрагивались (Курбатов, 1953; Солодовникова, 1959). В конце 50-х гг. минералогию апатитовых тел Хибин и вмещающих их пород исследовали сотрудники КолФАН О.Б.Дудкин, Л.В.Козырева и Н.Г.Померанцева. В их монографии (Дудкин и др., 1964) существенное место отведено Кукисвумчоррскому месторождению.

С 1958 г. начались минералогические исследования в Хибинах, осуществлявшиеся по единой программе под руководством Екатерины Евтихиевны Костылевой-Лабунцовой сотрудниками Академии наук СССР. Наиболее активное участие в них принимали Б.Е.Боруцкий, М.Н.Соколова, З.В.Шлюкова (Институт геологии рудных месторождений, минералогии и петрографии, Москва), М.Д.Дорфман (Минералогический музей им. А.Е.Ферсмана, Москва), О.Б.Дудкин и Л.В.Козырева (КолФАН). Главным результатом этих работ стала капитальная двухтомная монография «Минералогия Хибинского массива» (Костылева-Лабунцова и др., 1978а,б). М.Д.Дорфман исследовал минералогию пегматитов, гидротермалитов и гипергенных образований Юкспора и Кукисвумчорра, опубликовал первую обобщающую работу об ультращелочной и поздней минерализации в массиве (Дорфман, 1962). М.Н.Соколова изучала высокощелочные пегматитовые ассоциации, сульфиды в них, впервые кратко описала гидротермально переработанные пегматиты Кукисвумчорра (Соколова, 1965, 1986; Соколова и др., 1970, 1971). Б.Е.Боруцким исследовались породообразующие минералы (Боруцкий, 1988). Отметим также работы Е.И.Семенова, изучившего на месторождении целый ряд минералов; при его участии были открыты магнезиоастрофиллит и баритолампрофиллит (Е.И.Семенов, 1959а,б; Пэн, Ма, 1963; Peng, Chang, 1965).

В 1975 г. начались добычные работы на горизонте +252 м, а позже — на горизонте +172 м Кировского подземного рудника, приведшие к обнаружению большого числа тел пегматитов и гидротермалитов, отличающихся удивительным разнообразием и необычностью минерального состава. Минералогические находки, которыми знаменито месторождение сегодня, в большинстве своем сделаны именно за последние 25 лет. В этот же период открыты 16 из 19 установленных здесь новых минералов. Быстро совершенствующиеся локальные методы исследования вещества позволили получить точные данные о редких минералах, не образующих крупных выделений. Таким образом, минералогия пегматитов и гидротермалитов Кукисвумчоррского месторождения, в которых сконцентрированы эти минералы, получила развитие именно в последние двадцать лет.

**На керноскладе в Хибинах (слева направо):**

Анатолий Степанович ТАЛАНЦЕВ,  
Борис Евгеньевич БОРУЦКИЙ,  
Олег Борисович ДУДКИН,  
Зоя Васильевна ШЛЮКОВА,  
Майя Николаевна СОКОЛОВА,  
Вера Алексеевна ЮДИНЦЕВА. 1989 г.  
Из архива З.В.Шлюковой



**Минералогии Академии наук в Хибинах:**

первая справа — Екатерина Евгениевна  
КОСТЫЛЕВА-ЛАБУНЦОВА,  
второй справа — Моисей Давидович ДОРФМАН,  
четвертая слева — Майя Николаевна СОКОЛОВА,  
1958 г. Из архива Б.Е.Боруцкого





**Встреча двух полевых минералогических отрядов.** Справа налево: Никита Владимирович ЧУКАНОВ, Александр Петрович ХОМЯКОВ, Елена Евгеньевна ШЕЛЕХОВА, Александр Семенович ПОДЛЕСНЫЙ, Игорь Викторович ПЕКОВ. 1996 г. Фото: Н.Пекова

В начале-середине 80-х гг. изучением кукисвумчоррского материала занялся А.П.Хомяков. В это время осуществлялась проходка Содового кварцшлага (гор. +252 м), и в основном на примере вскрытых здесь тел был описан новый тип щелочно-карбонатной минерализации, где главную роль играет пирсонит (Хомяков, 1990). Работы А.П.Хомякова по Кукисвумчорру, включая керн скважин, продолжают по сей день. В результате их описаны семь новых минеральных видов, получен большой объем интереснейших данных по другим минералам, особенно по карбонатам. Со второй половины 80-х гг. в изучение пегматитово-гидротермальных образований Кукисвумчорра включились минералоги КолФАН (сейчас — КНЦ РАН), в первую очередь Ю.П.Меньшиков, В.Н.Яковенчук, Г.Ю.Иванюк, Я.А.Пахомовский. Ими открыты тулюокит, кукисвумит и ситинакит, исследовалась карбонатная минерализация и ее связь с тектоникой, ряд минералов охарактеризован впервые для месторождения. Основные результаты работ данного коллектива вошли в книгу «Минералы Хибинского массива» (Яковенчук и др., 1999).

С 1992 г. активное комплексное исследование минералогии и геохимии пегматитов и гидротермалитов Кукисвумчоррского месторождения проводится И.В.Пековым в тесном сотрудничестве с Н.В.Чукановым. За прошедшие 12 лет нами существенно расширен минеральный кадастр объекта, открыты шесть новых минералов, детально исследована редкометальная и цеолитовая минерализация, охарактеризованы наиболее интересные пегматитовые тела. В работе в составе нашей группы приняли участие сотрудники и аспиранты кафедры минералогии Московского университета А.Г.Турчкова, Ю.В.Беловицкая, Е.В.Ловская, И.А.Екименкова и др. На изученном нами материале российскими (Д.Ю.Пушаровский, Р.К.Расцветаева, О.В.Якубович, С.В.Кривовичев и др.) и итальянскими (Дж.Феррарис, Г.Ивальди) кристаллографами решены кристаллические структуры новых и редких минералов Кукисвумчорра.

В большинстве своем минералогический материал из подземных выработок, попавший в период с 1980 г. в руки всех названных выше исследователей, был собран и передан для изучения коллекционером А.С.Подлесным, работающим на Кировском руднике. Свежие образцы регулярно поступают и в музей. В найденных А.С.Подлесным образцах открыто 11 новых минеральных видов. Собираемая им специализированная систематическая минералогическая коллекция является самой представительной для Кукисвумчоррского месторождения за период с начала 80-х гг. прошлого века и продолжает пополняться. Она легла и в основу раздела «Минералы» этой книги.

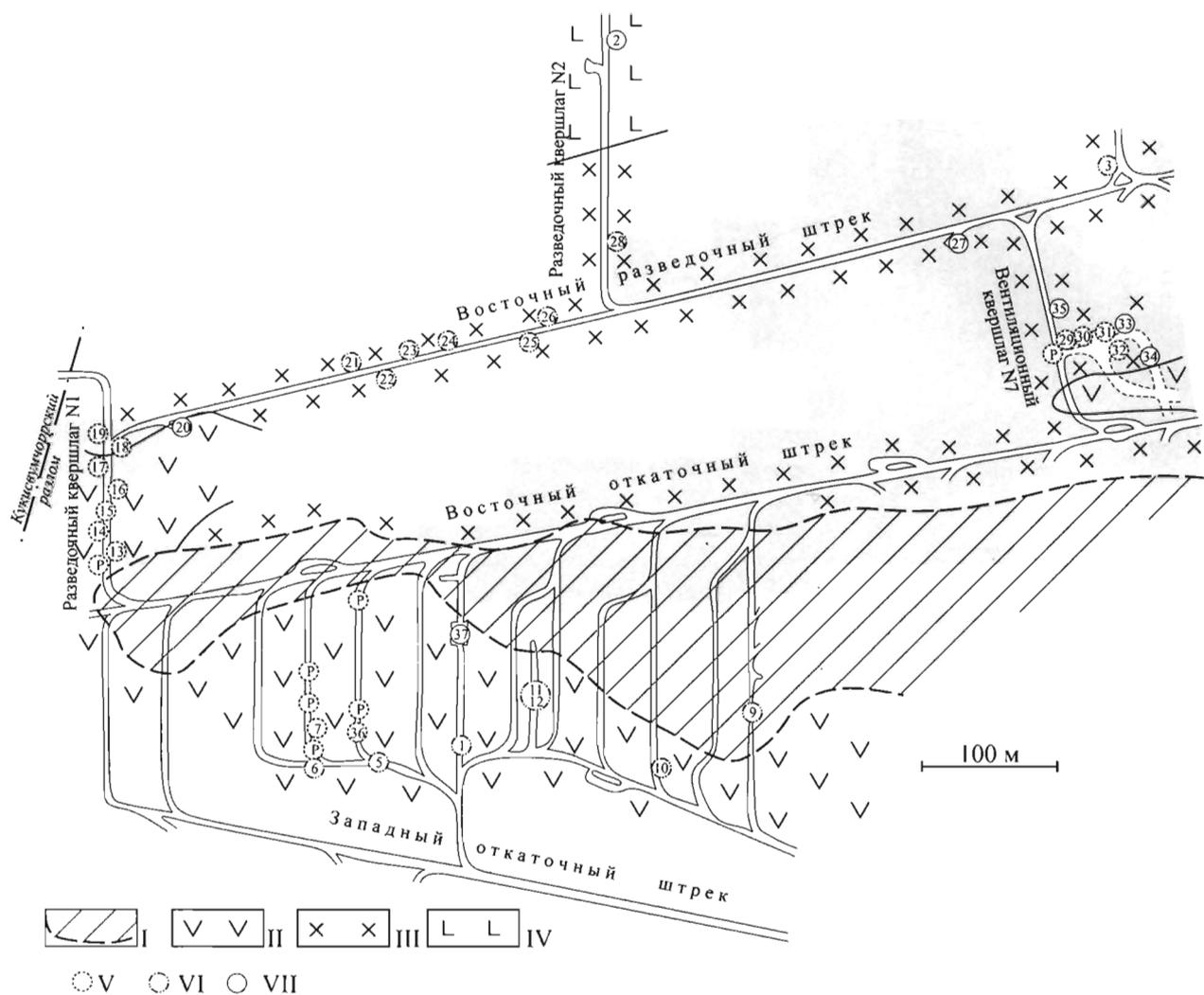
## ■ ПЕГМАТИТЫ И ГИДРОТЕРМАЛИТЫ

**Г**орными выработками Кировского рудника вскрыто одно из крупнейших и минералогически самое богатое в Хибинском массиве пегматитово-гидротермальное поле, объединяющее несколько сотен тел. Большинство минералов месторождения, включая все новые виды, встречено только в составе пегматитовых и гидротермальных ассоциаций, которые очень часто совмещены в пространстве. Гидротермальная минерализация в обособленном (прожилки, гнезда, друзы в полостях) или рассеянном виде характерна практически для всех пегматитов, но разделение продуктов собственно пегматитового и более низкотемпературного гидротермального процесса произвести зачастую трудно.

В большинстве своем пегматиты Кукисвумчоррского месторождения залегают в породах, окружающих апатитовое тело — мельтейгит-уртитях, рихсдорритах, неравномернозернистых нефелиновых сиенитах. Внутри апатитовой залежи пегматитов очень мало, но местами развита сеть гидротермальных цеолитовых прожилков. Форма пегматитовых тел жильная или линзовидная, часто неправильная, иногда встречаются шпиры. Гидротермалиты, не имеющие в своем составе пегматитовых минералов, обычно приурочены к тектоническим трещинам, образуя прожилки и тонкие линзы. Протяженность тел колеблется от десятков сантиметров до первых сотен метров, мощность наиболее крупных пегматитов в раздувах достигает нескольких метров. В некоторых участках наблюдается до 40–50 жил и прожилков на 100 м горной выработки. Находясь на значительном удалении от поверхности, пегматитово-гидротермальные образования Кукисвумчорра, в которых широко распространены малостойкие в атмосферных условиях минералы, избежали губительного воздействия процессов выветривания.

Несмотря на свое обилие и необычный минеральный состав, пегматиты и гидротермалиты месторождения охарактеризованы недостаточно. Отдельные сведения о них можно найти в работах М.Д.Дорфмана (1962), М.Н.Соколовой (1965, 1986), Е.Е.Костылевой-Лабунцовой с соавторами (1978а,б), А.П.Хомякова (1990, 1995). Ряд тел описан в книге В.Н.Яковенчука с соавторами (1999). Нами выполнено документирование пегматитов и гидротермалитов в горных выработках Кировского рудника. Результаты этой работы легли в основу данного раздела. Мы постарались охарактеризовать, во-первых, наиболее типичные образования (они объединены в группы по общим минералого-генетическим признакам), и во-вторых, самые интересные своим минеральным разнообразием и своеобразием пегматитовые тела — для них приведены индивидуальные описания.

К сожалению, существенная часть объектов, сведения о которых даны в этом разделе, уже недоступна для наблюдений: они уничтожены при проходке или же находятся в старых выработках, закрытых для посещения по соображениям безопасности, — это обычная ситуация для действующего рудника. С другой стороны, активные горные работы регулярно приводят к обнаружению все новых тел, в том числе сильно отличающихся от уже известных.



**Расположение наиболее интересных в минералогическом отношении тел пегматитов и гидротермалитов на северном фланге Кировского подземного рудника, гор. +252 м (основа схемы выполнена с использованием материалов геологической службы рудника)**

I — апатитовая залежь; II — подстилающие породы (уртиты и ийолит-уртиты); III — покрывающие породы (рисчорриты, ийолиты);

IV — неравномернозернистые нефелиновые сиениты; V — ультраапатитовые пегматиты и гидротермалиты (с виллиомитом, содовыми минералами, NaCa-

карбонатами); VI — пегматиты и гидротермалиты с относительно низкощелочной минерализацией — безнатриевыми карбонатами, таумаситом и др.;

VII — пегматиты и гидротермалиты, промежуточные по щелочности между типами V и VI.

Цифрами в кружочках обозначены: 1 — «Илеритовое»; 2 — «Беловитовое»; 3 — «Комаровитовое»; 4 — «Кукисвумитовое»; 5 — пегматит с леммлейнитом-Va; 6 — пегматит с кальциоанкилитом-(Ce); 7 — пегматит с крупнейшими выделениями джерфишерита; 8 — пегматит с широкшинитом; 9 — прожилок с баритокальцитом; 10 — пегматит с анкилитом-(La); 11 — «Доннейт-маккельвиитовое»; 12 — пегматит со сферокристаллами флогопита и розовым фторапофиллитом; 13-19 — ультраапатитовые пегматиты и гидротермалиты Содового квершлага: 13 — с термонартритом и троной, 14 — с сидоренкином, 15 — с крупнейшими кристаллами пирссонита, 16 — со скоплениями бошштедтита, 17 — с лейфитом и шортитом, 18 — с гнездами шортита и крупными кристаллами троны и пирссонита, 19 — с кристаллами бербанкита; 20-27 — пегматиты Восточного разведочного штрека: 20 — с пятенкоитом-(Y) и стиситом, 21 — с красными кристаллами родохрозита, 22 — «Таумаситовое», 23 — с витеритом, 24 — с крупнейшими кристаллами маккельвиита, 25 — с кухаренкоитом-(Ce) и Nd-эвальдитом, 26 — с крупнейшими кристаллами эвальдита, 27 — с цепинитом-Na; 28 — проявление ферроселадонита; 29-34 — пегматиты, вскрытые уклоном чуть выше гор. +252 м: 29 — с тулюокитом и шортитом, 30 — с кальборситом и мерлиноитом, 31 — с натроксалатом, 32 — с крупнейшими кристаллами тулюокита, 33 — с набафитом, 34 — с лучшими для месторождения кристаллами натролита; 35 — пегматит с лейфитом и пирохлором; 36 — пегматит с крупным виллиомитом и ферсманитом; 37 — паранатролитовые прожилки. Буквой «р» в кружочке обозначены жилы с пирссонитом

## Простые пегматиты

Пегматиты достаточно простого минерального состава, залегающие в мельтейгит-уртитях, рисчорритах, ювитах и нефелиновых сиенитах, широко распространены практически на всей площади месторождения. По числу они составляют более 90% всех пегматитовых тел Кукисвумчорра. Форма их самая разнообразная, мощность обычно не превышает 20 см, но иногда достигает 1–2 м, контакты с вмещающими породами в большинстве случаев резкие. Практически всегда главными минералами этих пегматитов являются калиевый полевой шпат (обычно ортоклаз) серого, зеленого или белого цвета, и темно-зеленый до черного пироксен эгирин-салитового ряда. Очень часто в больших количествах присутствуют нефелин и/или содалит, а в качестве второстепенных минералов — щелочные амфиболы, эвдиалит, титанит, лампрофиллит, ринкит или гётценит (обычно клеевидный «ловчоррит»), энigmatит, астрофиллит, апатит, ильменит, магнетит. Полости в таких пегматитах мелки и немногочисленны, изредка в них можно видеть виллиомит или содовые минералы. Встречаются как незональные, так и зональные тела простых пегматитов; иногда наблюдается «шнур» пироксена и/или эвдиалита по центру жилы или же вдоль линии контакта. Зальбанды также бывают обогащены цветными минералами. Охарактеризуем три пегматита, которые могут быть отнесены к этому типу. Они вскрыты подземными выработками гор. +252 м.

**Асимметрично-зональная жила с ринкитом-«ловчорритом»** мощностью 20–30 см горизонтально залегает в крупнозернистом ийолите. В ее нижнем контакте находится почти мономинеральный «шнур» малинового эвдиалита толщиной 2–3 см. Выше него наблюдается зона мощностью 10–15 см, сложенная зернами (до 5 см) белого и зеленоватого калиевого полевого шпата, каждое из которых окружено агрегатом черного игольчатого эгирина; в подчиненных количествах присутствуют нефелин и «ловчоррит» в виде обособлений до 1 см. Верхняя часть жилы мощностью

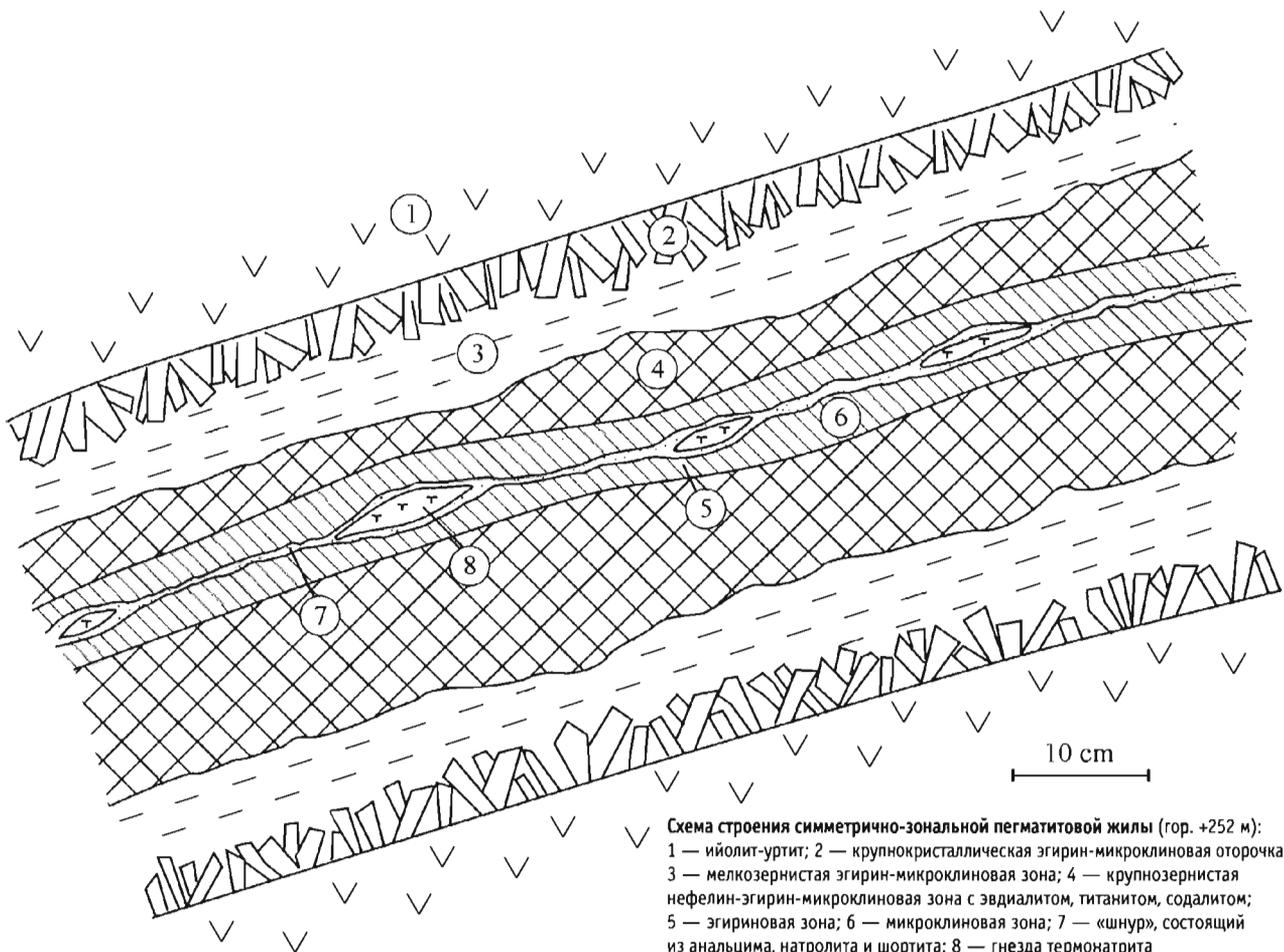


Схема строения симметрично-зональной пегматитовой жилы (гор. +252 м):  
1 — ийолит-уртит; 2 — крупнокристаллическая эгирин-микроклиновидная оторочка;  
3 — мелкозернистая эгирин-микроклиновидная зона; 4 — крупнозернистая  
нефелин-эгирин-микроклиновидная зона с эвдиалитом, титанитом, содалитом;  
5 — эгириновая зона; 6 — микроклиновидная зона; 7 — «шнур», состоящий  
из анальцима, натролита и шортита; 8 — гнезда термонатрита

5–10 см сложена зернами до 8 см серого содалита (~80%) и обособлениями желто-коричневого «ловчоррита», а полевого шпат, эгирин, нефелин и титанит присутствуют в очень малых количествах.

**Симметрично-зональная жила с шортит-цеолит-полевошпатовым «шнуром»** в осевой части наклонно залегает в ийолит-уртите. Мощность ее составляет 30–50 см. Призальбандовые части сложены друзовыми агрегатами калиевого полевого шпата и пироксена, рост кристаллов которых (до 5 см) начинается от контактов; в этих агрегатах четко проявлена зона геометрического отбора. В сторону центра она сменяется зоной мощностью 5 см такого же минерального состава, но существенно более мелкозернистой — размер кристаллов не превышает 3 мм. Следующая зона сложена индивидами (2–5 см) калиевого полевого шпата, эгирина, нефелина, содалита, эвдиалита и титанита. Наконец, в осевой части жилы находится светлый «шнур» мощностью 3–5 см, который состоит из калиевого полевого шпата, анальцима, натролита и шортита. В нем присутствуют мелкие линзовидные полости, заполненные термонатрием.

**Незональная жила с энigmatитом** мощностью 30 см сечет ийолит. Главный ее минерал — ортоклаз в виде гигантских (до 15 см) таблитчатых кристаллов. В подчиненных количествах находятся пироксен, нефелин, эвдиалит и энigmatит, дающий грубопризматические индивиды до 4 см с коронитами эгирина и астрофиллита. Мелкие полости инкрустированы кристалликами калиевого полевого шпата.

Заслуживает упоминания и еще одна особенность простых пегматитов, проявляющаяся при их непосредственном контакте с апатитовой залежью. Как правило, простые пегматиты не пересекают апатитовую породу, а заканчиваются на контакте с ней. Иногда у контакта с таким пегматитом в массе сахаровидного апатита наблюдаются крупные, до нескольких сантиметров, зачастую прекрасно образованные кристаллы силикатов, в первую очередь эвдиалита, нефелина, пироксенов и титанита. Отметим, что лучшие штуфы этих минералов добыты как раз из таких образований. Их кристаллы иногда представляют собой пойкилобласты, содержащие зерна апатита. Они, очевидно, выросли метасоматическим путем в апатитовой массе. Кристаллы эвдиалита здесь ярко-малиновые, но часто покрыты тонкой коркой серого вадеита.

## **Бесполостные ультраагпаитовые пегматиты с разнообразной калиевой минерализацией (пегматиты «расвумчоррского типа»)**

В породах комплекса мельтейгит-уртитов и в рисчорритах, прилегающих к апатитовым телам, развиты пегматиты, в целом характерные для центральной дуги Хибинского массива, но резко выделяющиеся по минеральному составу среди всех других постмагматических образований Кукисвумчорра. Наиболее часто они встречались при проходке горных выработок на месторождении в период 60–70-х гг. прошлого века, но иногда попадаются и сейчас, как в шахте, так и на карьерах. Эти пегматиты неизвестны нигде, кроме Хибин, а в этом массиве особенно обильны на горе Расвумчорр и наилучшим образом изучены именно там, так что их можно назвать пегматитами «расвумчоррского типа». Это очень высокощелочные (ультраагпаитовые) образования, обычно без четкой зональности и практически без полостей, за исключением мелких каверн выщелачивания. Их тела имеют форму жил, линз, шпиров, неправильных «пятен» и достигают по протяженности десятков метров, а по мощности — первых метров. Контакты их с рисчорритами резкие, а с мельтейгит-уртитом и ювитами такие пегматиты могут иметь как четкие границы, так и постепенные переходы. Минералогия этих образований в Хибинах изучались целым рядом исследователей, а особенно подробно — М.Д.Дорфманом (1962), М.Н.Соколовой (1986) и А.П.Хомяковым (1990, 1995).

Данные пегматиты отличаются разнообразным и специфическим минеральным составом. Наиболее яркая их особенность — большое число и широкое распространение безводных и низководных калиевых минералов, в первую очередь дельхайелита, фенаксита, шербаковита, джерфишерита, магнезиоастрофиллита, в меньшей степени астрофиллита (корониты по энigmatиту), вадеита, канасита, расвумита. Также для них очень характерны цирсиналит, ломоносовит, виллиомит, накафит. В качестве главных минералов здесь выступают калиевый полевой шпат (в основном зеленый, коричневый и серый ортоклаз), щелочные пироксены (в том числе поздний зеленый эгирин) и амфиболы, нефелин, содалит, лампрофиллит, эвдиалит, поздние пектолит и натролит. Дельхайелит, фенаксит и цирсиналит могут считаться характерным признаком этого типа пегматитов. Некоторые маломощные жильные тела состоят практически только из «цветных» и редких минералов — эгирина, эвдиалита, лампрофиллита, фенаксита, дельхайелита, ломоносовита, цирсиналита.

М.Н.Соколова (1986) называет эти пегматиты «замещенными» по обилию легко наблюдаемых явлений псевдоморфизации, подчас многостадийной, ранних минералов все более поздними. Действительно, первичная минераль-

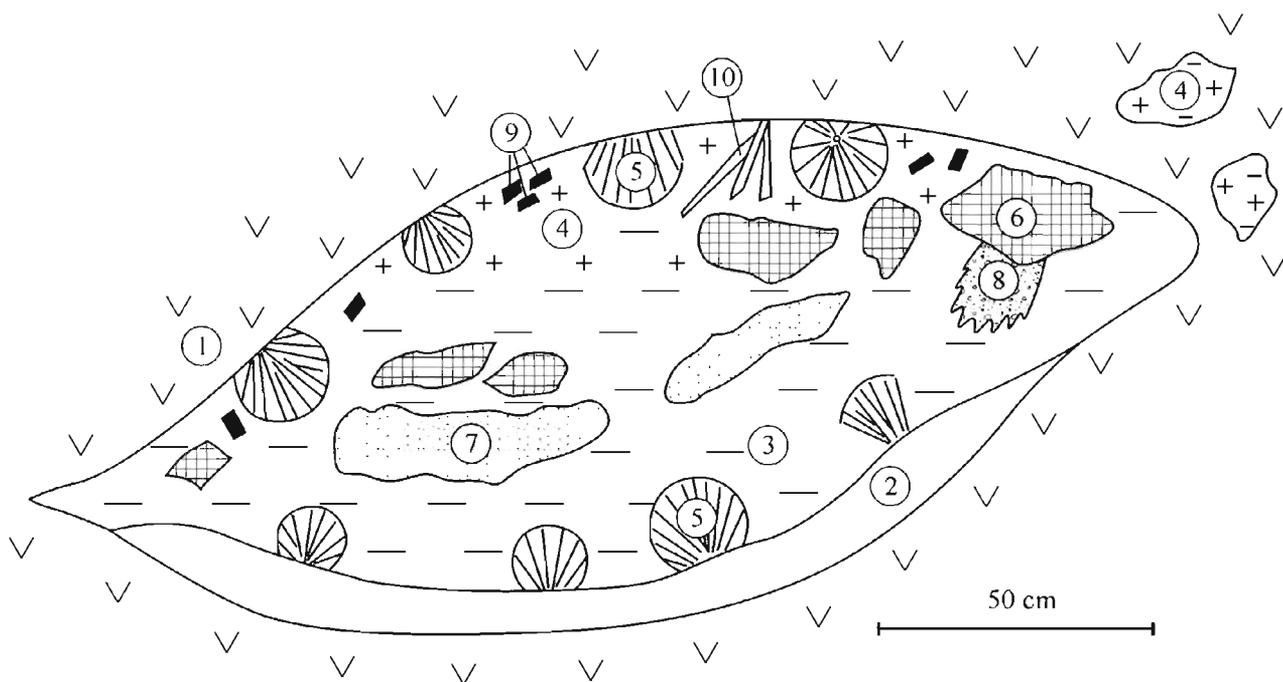


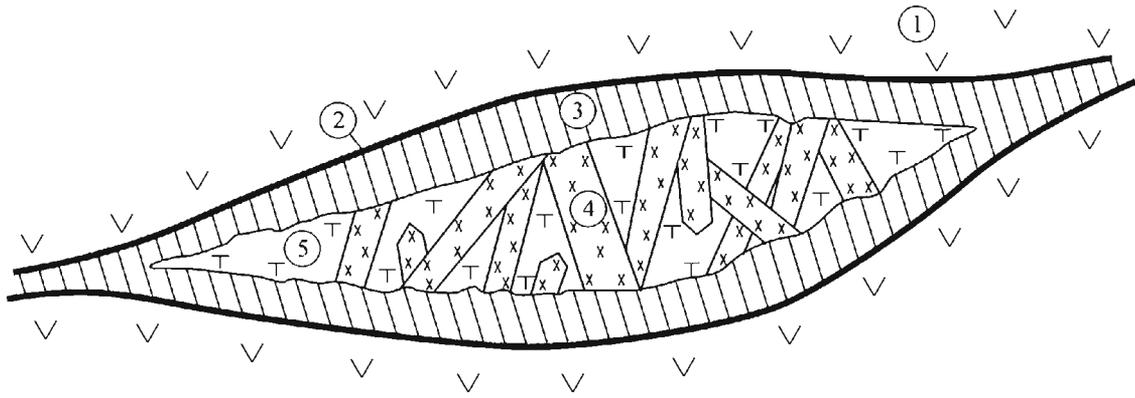
Схема строения пегматитового тела с крупным виллиомитом и ферсманиитом (№ 36 на схеме):

1 — уртит; 2 — содалит-эгириновая зона; 3 — микроклиновые участки; 4 — содалит-микроклиновые участки; 5 — сферолиты и снопы эгирина; 6 — гнезда виллиомита; 7 — кавернозные микроклин-эгириновые гнезда, пропитанные термонатритом; 8 — гнездо пектолита; 9 — кристаллы ферсманиита; 10 — скопление ринкита

ная ассоциация здесь не является ультращелочной и отвечает простым пегматитам: калиевый полевой шпат, нефелин, эгирин-салит, арфведсонит, энigmatит, лампрофиллит, эвдиалит, ильменит, титанит, апатит, биотит. Все ультрааглитовые минералы образовались позже и нередко напрямую замещают ранние минералы, давая каймы и псевдоморфозы: цирсианалит по эвдиалиту, накафит по апатиту, натисит по ильмениту и др. Нередко пегматиты «расвумчоррского типа» затронуты позднегидротермальной переработкой, и тогда в них можно встретить гидродельхайелит и тонковолокнистый пектолит, развитые по дельхайелиту, псевдоморфозы ловозерита по цирсианалиту, мурманита по ломоносовиту, гизингерита по фенакситу, каймы литвинскита вокруг вадеита.

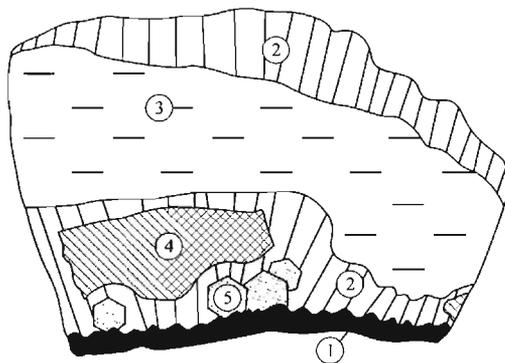
## Пегматитовое тело с крупными гнездами виллиомита и ферсманиитом

Это пегматитовое тело (№ 36 на схеме) вскрыто подземной выработкой гор. +252 м. Оно имеет вид линзы протяженностью 2.5 м и мощностью 0.8 м, залегающей в уртите, с которым имеет резкий контакт. Четкой зональности в пегматите не наблюдается. Вдоль нижнего контакта развита оторочка мощностью 5 см, состоящая из черного пироксена и розового содалита. Выше находятся отдельные снопы (до 10 см) и радиально-лучистые сростки зеленого игольчатого эгирина, погруженные в существенно полевошпатовую массу; такие же обособления эгирина распространены и у верхнего контакта пегматита. Основная по объему центральная часть пегматита сложена в основном зеленовато-серыми блоками калиевого полевого шпата размером до 30 см, гнездами темно-красного виллиомита до 25 x 10 см и сростками, в том числе радиальными, длиннопризматических кристаллов белого пектолита (до 5 см). Между ними попадаются каверны, частично заполненные игольчатым эгирином и содовыми минералами. В верхней части пегматита встречаются коричневые толстотаблитчатые хорошо образованные кристаллы ферсманиита до 3.5 см, растущие в крупнозернистый агрегат серого полевого шпата. Здесь же обычны зерна содалита, черные призмы щелочного амфибола до 15 см длиной, досковидные кристаллы зеленовато-желтого ринкита до 10 см длиной и скоп-



5 cm

↑ Схема строения раздува пегматитовой жилы в Содовом кваршлагге (№ 15 на схеме):  
 1 — уртит;  
 2 — згириновая оторочка;  
 3 — згирин-микроклиновая зона;  
 4 — кристаллы пирссонита;  
 5 — мелкозернистый термонарит



5 cm

⇨ Фрагмент раздува пегматитовой жилы в Содовом кваршлагге (№ 13 на схеме), зарисовка образца № 874 из коллекции А.С.Подлесного:  
 1 — микроклин-згириновая оторочка;  
 2 — шестоватые агрегаты троны;  
 3 — мелкозернистый термонарит;  
 4 — гнездо виллиомита;  
 5 — кристаллы канкрисилита

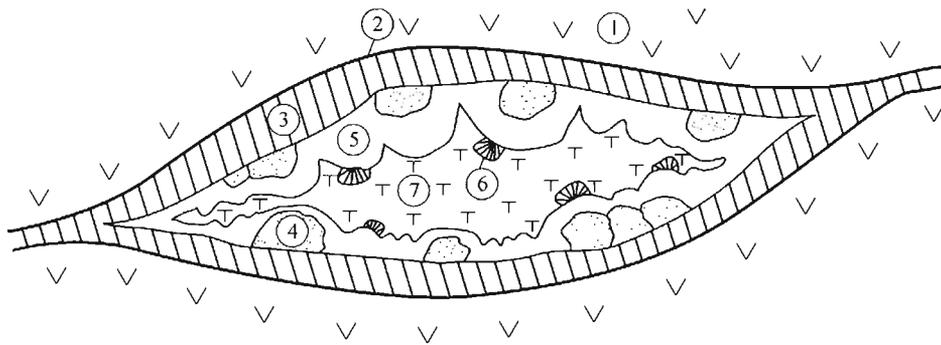
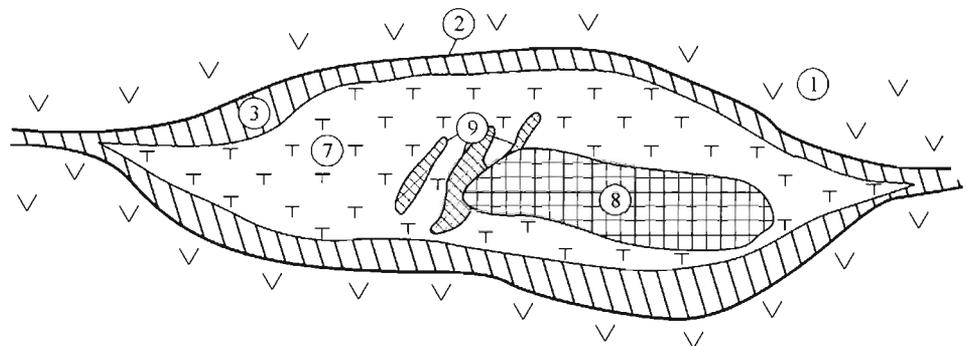


Схема строения двух раздувов пегматитовой жилы в Содовом кваршлагге (№ 16 на схеме):

- 1 — уртит;
- 2 — згириновая оторочка;
- 3 — микроклиновая зона;
- 4 — кристаллы содалита;
- 5 — корка кристаллов анальцима;
- 6 — обособления бонштедтита;
- 7 — мелкозернистый термонарит с вростками троны;
- 8 — гнездо виллиомита;
- 9 — гнезда флюорита



10 cm

ления пластин золотистого лампрофиллита. Апофизы пегматитового тела обогащены серо-фиолетовым содалитом: здесь встречаются сплошные обособления этого минерала до 20 см в поперечнике.

## Пегматиты Содового кваршлага

Разведочный кваршлаг № 1 гор. +252 м, пройденный в середине 80-х гг. прошлого века, вскрыл целую серию пегматитовых тел, содержащих разнообразную высокощелочную минерализацию. По обилию карбонатов натрия в некоторых пегматитах этой выработки было дано название Содовый кваршлаг. Впервые данные проявления были кратко охарактеризованы А.П.Хомяковым, выделившим их как «тип 8а ультраагпаитовых пород» (Хомяков, 1990; Khomyakov, 1995), а затем отмечались как «содоносные гидротермальные жилы» Г.Ю.Иванюком с соавторами (1996).

В Содовом кваршлага насчитывается несколько десятков вертикальных, наклонных, реже субгоризонтальных жильных и линзовидных тел, секущих ийолит-уртиты близ контакта с апатитовой залежью. В основном это простые пегматиты, но некоторые тела (№№ 13–19 на схеме) обладают более сложным строением и содержат позднюю ультраагпаитовую минерализацию: натриевые и натриево-кальциевые карбонаты, виллиомит, бонштедтит, виноградовит и др. В одних случаях эти минералы локализованы в виде крупных гнезд в раздувах или заполняют небольшие щелевидные полости, в других наблюдаются содовые прожилки-«шнуры», приуроченные к осевой зоне и/или одному из контактов жил простых пегматитов. Это позволяет считать, что такая поздняя (гидротермальная) минерализация не является продуктом нормальной эволюции пегматитовой системы, а развивается в любых ослабленных зонах, наиболее подходящими из которых здесь оказываются центральные или приконтактные зоны пегматитовых тел. Охарактеризуем наиболее яркие из этих объектов.

**Жила с шортитом и бонштедтитом** (№ 16 на схеме) имеет наклонное залегание и практически на всем своем протяжении характеризуется мощностью 0.5–2 см при отсутствии зональности: она состоит в основном из калиевого полевого шпата и эгирина. В ней наблюдаются два зональных линзовидных раздува, содержащих поздние минералы. Один из этих раздувов имеет мощность 12 см и следующее строение: внешняя оторочка толщиной 1 см сложена эгирином, ближе к центру наблюдается зона такой же мощности, состоящая из серого калиевого полевого шпата, а затем прерывистая зона, образованная отдельными грубыми кристаллами розового содалита. На них нарастает корка хорошо ограненных белых тетрагонтриоктаэдров анальцима (до 5 см; в их ядрах иногда видны реликты малинового содалита), между которыми наблюдаются зеленые зерна шортита; на анальциме располагаются «шишечки» бонштедтита до 1.5 см, сложенные мелкими пластинками; наконец, все оставшееся пространство в центре раздува заполнено сплошным мелкозернистым термонатритом. Второй раздув мощностью до 15 см имеет две таких же, как и первый, внешние зоны, но отличается почти полным отсутствием содалита и анальцима. Здесь гораздо больший объем занимают «солевые минералы», образующие массивное гнездо протяженностью более 30 см при максимальной мощности 10 см, которое сложено мелкозернистым желтовато-коричневым термонатритом и бесцветной шестоватой тронной. Внутри него располагается обособление крупнокристаллического ярко-красного виллиомита (11 x 5 см) и гнезда фиолетового флюорита до 6 x 2 см.

**Жила с пирссонитом** (№ 15 на схеме) имеет такое же строение и мощность. В этом субвертикальном теле наблюдается линзовидный раздув толщиной 7 см. Он зонален: тонкая (0.5 см) внешняя кайма эгирина, затем зона мощностью 1 см, сложенная калиевым полевым шпатом и эгирином, и наконец, внутри — полость размерами 10 x 4 см, заполненная карбонатами. Главным минералом здесь является пирссонит, который образует бесцветные призматические кристаллы длиной до 4 см, нарастающие на щетки калиевого полевого шпата и нередко достигающие противоположной стенки полости. Все оставшееся между ними пространство заполнено белым мелкозернистым термонатритом.

**Жила с анальцимом и термонатритом** залегает горизонтально и имеет асимметрично-зональное строение при мощности 10 см. Нижний зальбанд ее оторочен тонкой каймой эгирина, над которой находится зона калиевого полевого шпата с эгирином мощностью 4–5 см. Верхняя часть пегматита сложена агрегатами калиевого полевого шпата и содалита. Между ними в осевой зоне располагается щелевидная полость, инкрустированная щетками белых тетрагонтриоктаэдров анальцима до 2 см, пространство между которыми заполнено белым сплошным агрегатом термонатрита.

## Пегматиты с виллиомит-карбонатной минерализацией в ричесорритах

Эти пегматиты, образующие компактную группу, вскрыты наклонной выработкой чуть выше вентиляционного кваршлага № 7 гор. +252 м; на схеме они обозначены №№ 29–34. Это извилистые жилы и тонкие линзы, по мощности редко

превышающие 20 см, которые секут рихторриты. Главный минерал пегматитов — серый крупнокристаллический калиевый полевой шпат, в раздувах наблюдаются скопления желтоватого пектолита, бесцветного натролита и красного виллиомита, в подчиненных количествах присутствуют эгирин, лампрофиллит, пирссонит. В пегматитах этого типа наиболее разнообразны по минеральному составу ядра раздувов, где развиты продукты гидротермальной деятельности. Здесь располагаются минерализованные полости, в которых обнаружены хорошо образованные кристаллы натроксалата, тулиокита, кальборсита, мерлиноита, канкрисилита, шортита, пирссонита, виллиомита, виноградовита, ферсманита, расвумита, а также термонатрит, натрон и сферулы черного твердого битума. Кратко охарактеризуем наиболее интересные пегматиты.

**Прожилок с кальборситом, мерлиноитом и канкрисилитом** (№ 30 на схеме), вскрытый в 1992 г, в раздувах достигает по мощности 5–7 см. Его краевые зоны сложены ортоклазом, содалитом, эгирином, нефелином и лампрофиллитом с небольшими количествами биотита и галенита. Главный минерал центральной зоны — канкрисилит, образующий шестиугольные призмы до 5 см, увенчанные тупыми пирамидальными головками; свежие ядра его кристаллов водяно-прозрачны и имеют коричневый цвет, а краевые зоны, в разной степени замещенные натролитом, серые. На канкрисилит нарастают щетки изометричных кристаллов мерлиноита (до 1.5 мм), сростки брусковидных кристаллов кальборсита (до 2 мм), отдельные кристаллы пирссонита, пучки тонких иголок расвумита и пектолита, а также корки темно-красного виллиомита. После этих минералов образовался красно-бурый массивный виллиомит, а еще позже, в открытых полостях — его же хорошо ограненные бледно-оранжевые и бледно-розовые кубические кристаллики. Оставшееся пространство заполнено мелкозернистым агрегатом термонатрита и натрона.

**Пегматитовая линза с натроксалатом** (№ 31 на схеме) также обнаружена в 1992 г. Она имеет протяженность 40 см при мощности до 15 см и находится менее чем в 10 м от прожилка с кальборситом. Краевая зона тела сложена в основном полевым шпатом и эгирином. В центре расположена крупная полость, стенки которой инкрустированы оранжевыми прозрачными кубами и кубооктаэдрами виллиомита (до 5 мм) и уплощенными бесцветными кристаллами пирссонита до 1 см. Здесь же обнаружен единственный крупный (5 x 1 x 1 см) грубопризматический бесцветный кристалл натроксалата — минерала, более позднего, чем все перечисленные. Пустое пространство заполнено мелкозернистыми натроном и термонатритом.

В очень похожем по строению и минеральному составу пегматите (№ 32 на схеме), расположенном в нескольких метрах от этой линзы, обнаружены хорошо оформленные серые кристаллы тулиокита до 5 мм, нарастающие на щетки канкрисилита, виллиомита и пирссонита.

## Пегматитовое тело «Макинавитовое»

Это пегматитовое тело, получившее название по находке прекрасно образованных кристаллов макинавита, обнаружено в 1994 г. в 15 м ниже гор. +252 м. Под этим названием мы объединяем жилу мощностью около 1 м и расположенное очень близко к ней субгоризонтальное трубообразное тело приблизительно 0.5 м в сечении. Скорее всего, это части одного гидротермально измененного пегматита. «Макинавитовое» сечет ийолит-уртиты в непосредственной близости от апатитовой залежи.

Жила начисто лишена полевого шпата и фельдшпатоидов: ее главными, более 90–95%, составляющими выступают натролит (резко преобладает), пектолит, эгирин, аннит и лампрофиллит, в подчиненных количествах находятся апатит, сульфиды, бербанкит. Существенная часть объема жилы приходится на открытые полости. Грубопризматические кристаллы раннего натролита до 20 см в длину, шестиугольные «бочонки» аннита и досковидные кристаллы пектолита до 10 см обрастают друзовыми корками мелкого натролита второй генерации. Совместно с ним и позже сформировались бледно-зеленые расщепленные призмы бербанкита, призматические до игольчатых кристаллы расвумита и таблитчатые или же дипирамидальные — макинавита.

Главный компонент трубообразного тела — белый игольчатый и призматический пектолит: его содержание более чем вдвое превышает суммарное количество остальных минералов. Много здесь бесцветного и зеленого натролита, коричнево-черного аннита, ярко-красного виллиомита, а в краевых зонах обычен светло-кремовый калиевый полевой шпат. Второстепенные минералы — эгирин, апатит, лампрофиллит. В составе наиболее поздней ассоциации полостей выделяется виллиомит-II в виде наросших на щетки зеленого натролита друз водяно-прозрачных блед-

но-оранжевых и розовых прекрасно оформленных кубооктаэдров до 1.5 см. С ним ассоциируют сульфиды — джер-фишерит, расвумит, макинавит, галенит, арсенопирит.

## Пегматитовое тело «Нейборитовое»

Это пегматитовое тело, названное по единственной на месторождении находке нейборита, было вскрыто в 1996 г. выработкой гор. +172 м. Это симметрично-зональная жила мощностью до 40 см, секущая апатитовую залежь. Зальбанды жилы сложены главным образом калиевым полевым шпатом и эгирином; черные длиннопризматические до игольчатых кристаллы последнего преимущественно ориентированы перпендикулярно линии контакта. На внутренней границе эгирин-полевошпатовой зоны развиты натролит и обильный розоватый виноградovit, дающий расщепленные кристаллы, пучки и сферолиты. Осевая часть жилы подверглась интенсивной гидротермальной переработке и содержит множество каверн различных размеров. Здесь в большом количестве присутствуют изометричные индивиды желто-зеленого шортита, обычно имеющие черную, насыщенную битуминозным веществом периферическую зону. С поверхности шортит обрастает щеточками мелких водяно-прозрачных кристалликов пирссонита; более крупные (до 2.5 см) прекрасно ограненные кристаллы пирссонита в изобилии растут на стенках полостей без видимой связи с шортитом. Бербанкит дает многочисленные призматические кристаллы до 1.5 см зеленовато-бурого и винно-желтого цвета. В осевой зоне пегматита крупные кристаллы биотита в разной степени корродированы и замещены прозрачным коричневым нейборитом. Нередки почти полные псевдоморфозы нейборита по биотиту в виде пустотелых ячеистых каркасов. Боншtedтит образует сплошные гнезда до 3 см в поперечнике, сложенные агрегатами грязно-белых и зеленовато-коричневатых чешуек. Корочки и «шишечки» боншtedтита находятся и в полостях, на пирссоните. Самыми поздними, нарастающими на все перечисленные минералы, являются паранатролит, дающий пучки длиной до 1 см и щетки снежно-белых тонкоигольчатых расщепленных кристаллов, и трона в виде мелких «обсосанных» призмочек до 1 мм.

## Пегматитовое тело «Беловитовое»

В этом пегматитовом теле (№ 2 на схеме), вскрытом в 1989 г. разведочным кваршлагом № 2 гор. +252 м, впервые описан беловит-(La) (Пеков и др., 1996), встречены великоленные кристаллы беловита-(Ce), сделана вторая в мире находка манганокукисвумита, обнаружены самые крупные среди известных выделения Na-комаровита.

«Беловитовое» представляет собой извилистую ветвящуюся пегматитовую жилу мощностью от 3 до 50 см, секущую неравномернозернистый нефелиновый сиенит с обильной вкрапленностью эвдиалита и ринкита. В местах пережимов жила незональна и состоит практически только из пироксена, калиевого полевого шпата, нефелина, эвдиалита и лампрофиллита. В раздувах появляется зональность: упомянутая ассоциация слагает тонкую внешнюю оторочку, которая в сторону центра сменяется зоной крупных (5–6 см) индивидов белого микроклина, а в осевой части жилы находятся линзовидные гнезда бесцветного гигантокристаллического натролита, достигающие по мощности 40 см. Иногда между микроклиновой и натролитовой зонами присутствует тонкая кайма желтоватого досчатого пектолита. В краевых частях жилы много мелких каверн, инкрустированных кристалликами эгирина, микроклина, лампрофиллита, натролита, пирита и анкилита-(Ce).

Наиболее интересная минерализация обнаружена в натролитовых гнездах. Здесь в прозрачный блоковый натролит вырастают хорошо образованные ярко-желтые и зеленовато-желтые кристаллы визуальнo неразличимых беловита-(Ce) и беловита-(La), а также целый ряд псевдоморфоз по минералам ультращелочного парагенезиса, подвергшихся изменению на гидротермальной стадии. Розово-красные таблички эвдиалита замещаются агрегатом белого или коричневого гейдоннеита, а крупные кристаллы Mn-пектолита — смолистым темно-бурым неотоцитом. Очень специфична ниобиевая минерализация, представленная продуктами изменения вуоннемита. Таблитчатые кристаллы, имеющие характерную для этого минерала форму и поистине огромные размеры — до 16 см в поперечнике при толщине до 4 см, целиком замещены тонкозернистыми агрегатами водных силикатов и оксидов Nb и Ti в смеси с апатитом. Преобладание Nb над Ti практически во всех фазах позволяет отнести описываемые образования к псевдоморфозам именно по вуоннемиту  $\text{Na}_3\text{Nb}_3\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_3\text{O}_2\text{F}_2 \cdot 2\text{Na}_3\text{PO}_4$ , а не по морфологически близкому к нему титановому минералу ломоносовиту; апатит, очевидно, унаследовал фосфор из вуоннемита. Ниобиевые минералы псевдоморфоз представлены Na-комаровитом, комаровитом, ненадквичитом и рентгеноаморфными водными оксидами Nb, возможно, герасимовскитом. Эти псевдо-

морфозы имеют сиреневый, иногда грязно-розовый цвет и визуально напоминают мурманит; видимо, по этой причине они были ошибочно отмечены здесь как «мурманит» В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999). Самое крупное скопление таких псевдоморфоз имеет размеры 25 x 12 см и представляет собой сросток пяти кристаллов бывшего вуоннемита. Эти псевдоморфозы рассечены трещинами, которые заполнены агрегатами нежно-розового и малинового Sr-содержащего ненадкевичита. Кроме того, ненадкевичит образует сростки и щетки мелких прозрачных кристалликов на стенках каверн в непосредственной близости от псевдоморфоз по вуоннемиту; здесь же встречены розетки манганокукисвумита. В натролит вырастают плойчатые обособления (до 7–8 см) и розетки, сложенные изогнутыми жемчужно-белыми и кремовыми листочками недоизученного водного титаносиликата Na, Ba и Mn. Эта фаза кратко охарактеризована А.П.Хомяковым под условным названием M73 с формулой  $\text{Na}_4\text{Ba}_2\text{Mn}(\text{Ti},\text{Nb})_4\text{Si}_6\text{O}_{25}\text{F}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$  (Khomyakov, 1995). Отнесение ее к борнеманиту  $\text{Na}_4\text{BaTi}_2\text{NbSi}_4\text{O}_{17}(\text{F},\text{OH})\cdot\text{Na}_3\text{PO}_4$  (Яковенчук и др., 1999) ошибочно по причине отсутствия в ее составе фосфора. Возможно, эта фаза является продуктом изменения борнеманита, о чем косвенно свидетельствует обнаружение нами тесных сростаний ее с карбонат-гидроксилпатитом. Из других минералов центральной зоны отметим сульфиды — сфалерит, галенит и молибденит, а также фторапофиллит и эпидидимит в мелких полостях.

## Пегматитовое тело «Комаровитовое»

Данное пегматитовое тело (№ 3 на схеме) получило название за обилие псевдоморфоз по вуоннемиту, в которых одной из главных составляющих выступает комаровит. Это крупная (около 5 x 4 м при мощности более 0.5 м) субгоризонтальная линза-«подушка», обнажающаяся в основном в кровле выработки. Она залегает в рихсдоррите гор. +252 м. Между вмещающей породой и пегматитом наблюдается плавный переход, сопровождающийся укрупнением зерен полевого шпата до 2–3 см и увеличением количеств пироксена и лампрофиллита. От этой краевой части пегматита происходит резкий переход к существенно канкринит(?)-содалитовой зоне, окаймляющей горизонтальную шелевидную полость протяженностью более 3 м при ширине до 20 см. Стенки этой полости как сверху, так и снизу инкрустированы ромбододекаэдрами содалита, имеющими 1–4 см, редко до 10 см в поперечнике; они обычно покрыты щеточками натролита. Ядра кристаллов неизменные, малинового цвета, а краевые зоны замещены серым мелкозернистым натролитом. Вместе с ромбододекаэдрами содалита на стенках находятся гексагональные призмы с тупыми пирамидальными головками канкринита(?) длиной до 7 см, нацело натролитизированные. В резко подчиненных количествах находятся кристаллы микролина, эгирина и магнезиоарфведсонита, а также замещенные чернобурными оксидами Mn досчатые индивиды пектолита до 15 см длиной. В них вырастают свежие хорошо образованные длиннопризматические кристаллы желтовато- и коричневатозеленого фторапатита длиной до 8 см.

Хорошо видно, что пегматит подвергся сильному гидротермальному изменению: везде развиты натролит и кальцит в виде щеток, крупная полость до ее вскрытия была нацело заполнена темной охристо-глинистой массой, состоящей из гидросиликатов и оксидов Mn и Fe с большим количеством порошковатого фиолетового флюорита. На стенках полости в изобилии находятся розовые, кремовые и коричневатосерые до темно-серых псевдоморфозы по крупным — до 7 см — хорошо ограненным таблитчатым кристаллам вуоннемита (они состоят в основном из комаровита, ненадкевичита, пирохлора и апатита) и тонкопластинчатым — ломоносавита (они сложены мурманитом или лоренценитом). Другие поздние минералы представлены цепинитом-Na, манганнептунитом, катаплеитом, тайниолитом, анкилитом-(Ce), розовым гидратированным эвдиалитом. Их кристаллы нарастают на стенки полостей. Фторапатит, игольчатый лампрофиллит и сфалерит-клеюфан, находящиеся здесь же, являются, судя по взаимоотношениям с другими минералами, реликтами более ранних парагенезисов.

## Пегматитовое тело «Илеритовое»

Это пегматитовое тело (№ 1 на схеме), названное по находке прекрасных кристаллов илерита, является рекордсменом по минеральному разнообразию среди пегматитов и гидротермалитов не только Кукисвумчоррского месторождения, но и всего Хибинского массива. В «Илеритовом» нами установлено 78 (!) минеральных видов. Пегматит был вскрыт подземными выработками гор. +252 м в 1993–94 гг.. Наиболее интересная поздняя минерализация обнаружена одним из авторов (А.П.) в 1999 г, с этого времени «Илеритовое» интенсивно изучается нами. Здесь открыты новые минералы кухаренкоит-(La) и цепинит-K, впервые для Хибин найдены илерит, гоббинсит, франконит, амезит и нептунит.

«Илеритовое» представляет собой пологопадающую залежь протяженностью свыше 20 м при мощности 1–1.5 м, а в раздувах и более, находящуюся в ийолит-уртитях. Она имеет многочисленные апофизы и обладает зональностью. Краевые части пегматита сложены серыми крупнокристаллическими агрегатами микроклина и нефелина с зеленым игольчатым эгирином и многочисленными линзовидными гнездами (до 10 см) коричневатого досчатого пектолита. В некоторых местах возрастает содержание нефелина, появляются титанит, арфведсонит, ферсманит, малиновый эвдиалит. Нередки участки, сильно обогащенные эгирином. К ним приурочены скопления буровато-красного эвдиалита, желтого ринкита (в том числе клееподобного «ловчоррита»), золотистого игольчатого астрофиллита, светло-зеленого фторапатита. Ближе к ядру пегматита наблюдаются отчетливые признаки гидротермальной деятельности: нефелин замещается агрегатами натролита и мусковита, титанит — синим тонкозернистым анатазом. Появляются сплошные гнезда (до 20 см) мелко- и крупношестоватого белого, желтого и кирпично-красного натролита, к которым приурочены многочисленные обособления светло-кремового спутанно-волокнистого давсонита (до 2 см), мелколистоватого гиббсита (до 1 см), голубоватого и светло-фиолетового флюорита (до 1 см), скопления сульфидов до 3 см, сложенные темно-коричневым сфалеритом, халькопиритом, галенитом и пиритом; реже отмечаются выделения нордстрандита и диаспора, а в полостях встречаются оранжевые щетки карбонат-гидроксилапатита и коричневые иглы виноградовита. В кровле выработки вскрыты «подушки» протяженностью до 3 м и мощностью более 0.5 м, образованные блоками сероватого микроклина до 10 см и отороченные снизу астрофиллит-эгириновыми каймами. В интерстициях между блоками микроклина находятся гнезда лучистого натролита, скопления мелкокристаллического микроклина второй генерации и минерализованные полости, достигающие в поперечнике 5 см. На их стенки нарастают хорошо образованные кристаллы и щетки целого ряда гидротермальных минералов.

Очень разнообразная минерализация локализована в полостях между блоками микроклина, где отсутствует натролит. Стенки этих полостей в одних случаях инкрустированы щетками позднего микроклина, кварца, кальцита, анкерита, в других представляют собой грани кристаллов раннего микроклина. Здесь наблюдаются две главных ассоциации поздних минералов. Одна из них включает бесцветный или белый пластинчатый кальцит, дымчатый кварц, темно-зеленый (с поверхности) доннейит, коричневые кристаллы илерита и эльпидита, оранжевые — цепинита-К и лабунцовита-Mg, разнообразные по морфологии выделения стронцианита, желтый и оранжевый барит, сростки тонкоигольчатого снежно-белого эпидидимита, слюдоподобный эвдидимит, зеленый и черный эгирин, искристые скопления мелких густо-зеленых кристалликов селадонита, серые блоково-мозаичные псевдооктаэдры гоббинсита, розоватые сростки филлипсита-К, жемчужно-белые розетки франконита, бесцветные уплощенные тетраэдры лейкофана, розовые неправильные обособления гейдоннеита, кристаллики пирита и марказита, розовый мелкокристаллический фторапатит, бесцветный водяно-прозрачный Мп-пектолит, белый гоннардит. Для другой ассоциации характерны щеточки позднего светло-зеленого микроклина, бесцветного гексагонально-призматического кальцита и желтоватого ромбоэдрического анкерита, скопления чешуйчатого мусковита, шоколадно-коричневые почки и корочки гизингерита, светло-коричневые и бледно-желтые до бесцветных призмы ненадквечита и вуориярвита-К, серовато-коричневатые брусочки и иглы карбоцернаита, лимонно-желтые и оливковые пирамидки и таблички доннейита, мелкие зеленые кристаллы маккельвиита, желтоватые розетки катаплеита, белый мелкочешуйчатый синхизит-(Ce), зеленоватые кристаллы анкилита-(Ce), бесцветный до белого волосовидный бербанкит, псевдоморфозы сероватого кварца, анатаза, альбита, микроклина и кальцита по кристаллам ферсманита, а также самостоятельные щеточки темно-синих кристалликов анатаза. Как правило, эти ассоциации разобщены в пространстве, но иногда «пересекаются» в одной полости. Именно в таких случаях появляются редкоземельно-бариевые фторкарбонаты — кухаренкоит-(La) в виде светло-зеленых игольчатых кристаллов, собранных в сложные двойниковые сростки, и кордилит-(Ce), дающий розетки прозрачных зеленоватых шестиугольных листочков. На кварц нарастают сферолиты и шестоватые корочки гётита.

В другой части «Илеритового», обогащенной содалитом и содержащей коричнево-серый канкрисилит, обнаружены кавернозные гнезда со значительно отличающимся набором гидротермальных минералов. Здесь развиты в целом более высокощелочные ассоциации, главным минералом которых выступает натролит, чаще всего заместивший содалит. С ним тесно ассоциируют кальцит, эгирин, лампрофиллит, фиолетовый октаэдрический флюорит, коричневые сфалерит и катаплеит, зеленоватый доннейит, бесцветный фторапофиллит. Здесь встречен нарсарсукит в виде белых и кремовых волокнистых агрегатов, а также игольчатых и тетрагонально-призматических кристаллов, бесцветных, желтоватых и розовых, изредка клубничного цвета. Минералы ряда нептунит-манганнептунит дают скопления плохоограниченных изометричных индивидов красновато-черного цвета, а лабунцовит-Mn — щеточки мелких желтоватых кристалликов. Слюдя представлены серыми шестиугольными призмами тайниолита и темно-коричневыми — железистого

флогопита; последние обрастают бесцветными каемками полилитионита. Лампрофиллит замещается белым пластинчатым кукисвумитом. С зеленоватым натролитом в полостях тесно ассоциируют сростки красно-коричневых кристаллов пирофанита. На эти два минерала нарастают бесцветные таблички апатита, зеленоватого-желтые пластинки кухаренкоита-(La), прозрачные желтоватые чечевички бёмита, желто-бурые октаэдры пирохлора, зеленоватые псевдоморфозы амезита по кристаллам манассеита(?), листочки и губчатые агрегаты гематита, кубики пирита. В полостях среди частично натролитизированного содалита встречаются водяно-прозрачные бесцветные кристаллы гиббсита.

Приведем полный список минералов, обнаруженных в «Илеритовом»: *альбит, амезит, анатаз, анкерит, анкилит-(Ce), арфведсонит, астрофиллит, барит, бёмит, бербанкит, виноградит, вуориярвит-К, галенит, гейдоннеит, гематит, гётит, гиббсит, гизингерит, гоббинсит, гоннардит, давсонит, диаспор, доннейит, илерит, кальцит, канкрисилит, карбонат-гидроксилapatит, карбоцернаит, катаплеит, кварц, кордилит-(Ce), кукисвумит, кухаренкоит-(La), лабунцовит-Mg, лабунцовит-Mn, лампрофиллит, лейкофан, маккельвиит, марганнептунит, марказит, микроклин, мусковит, нарсарсукит, натролит, ненадкевичит, нептунит, нефелин, нордстрандит, пектолит, пирит, пирофанит, пирохлор, полилитионит, ринкит, селадонит, синхизит-(Ce), содалит, стронцианит, сфалерит, тайниолит, термонатрит\*, титаниит, торит, ферсманит, филлипсит-К, флогопит, флюорит, франконит, фторопатит, фторофилит, халькопирит, цепинит-К, эвдиалит, эвидимит, эгирин, эльпидит, эпидидимит, ярозит\**. Выделены собственно пегматитовые минералы, звездочкой отмечены гипергенные фазы. Все остальные минералы представляются продуктами гидротермальной деятельности.

## Пегматитовое тело «Кукисвумитовое»

(описание выполнено в основном по данным В.Н.Яковенчука с соавторами (1999))

Пегматитовое тело «Кукисвумитовое» (№ 4 на схеме) представляет собой симметрично-зональную жилу мощностью от 0.3 до 1 м, залегающую в уртигах гор. +252 м. В этом пегматите впервые описан кукисвумит, сделана вторая в мире находка монголита. Краевые части жилы мощностью 10–15 см сложены эгирином, микроклином, нефелином, содалитом и натролитом. Здесь находятся отдельные индивиды лампрофиллита (частично замещенные кукисвумитом), эвдиалита и ферсманита, а также псевдоморфозы монголита по ферсманиту. В полостях среди эгирина наблюдаются скопления красного лабунцовита. Промежуточная зона пегматита в основном сложена кавернозным агрегатом длинных призм черного эгирина. На них нарастают мелкие кристаллы лабунцовита, бледно-желтого доннейита, апатита, флюорита, кальцита, сноповидные сростки длиннопризматических до игольчатых кристалликов кукисвумита и бербанкита. Здесь же обнаружены обособления пирита и халькопирита до 10 см. В осевой части «Кукисвумитового» мощностью 30–50 см главными минералами выступают лампрофиллит и радиально-лучистый эгирин. Продуктом гидротермального изменения лампрофиллита является кукисвумит, образующий скопления до 8 см в поперечнике. В полостях выщелачивания находятся кристаллы кальцита, лабунцовита, темно-коричневого доннейита, флюорита, чешуйки молибденита, сферолиты стронцианита, обособления сфалерита, халькопирита, пирротина.

## Пегматитовое тело «Доннейит-маккельвиитовое»

(описание выполнено в основном по данным В.Н.Яковенчука с соавторами (1999))

Это пегматитовое тело (№ 11 на схеме) названо по самым богатым скоплениям доннейита и маккельвиита в Хибинском массиве, обнаруженным в 1989 г. Оно сечет уртиты гор. +252 м и представляет собой симметрично-зональную жилу протяженностью около 13 м и мощностью от первых сантиметров до 2.5 м в раздувах. Зальбанды самого крупного раздува сложены гигантскими (до 25 см) блоками микроклина с эгирином, эвдиалитом, титанитом и лампрофиллитом. В ядрах раздувов находятся многочисленные полости размерами до 1.5 м с кристаллами микроклина и псевдоморфозами натролита по ромбододекаэдрам (до 15 см) содалита. Стенки полостей инкрустированы щетками тонкоигольчатого бледно-оранжевого натролита, на которые нарастают кальцит (кристаллы до 25 см), барита и карбонаты группы маккельвиита, образующие грубые индивиды со сложной поверхностью, часто расщепленные. Маккельвиит дает вытянутые, зачастую веретенообразные коричневатого-желтые кристаллы до 1.5 см длиной, доннейит образует изометричные и пирамидальные желтые индивиды до 3 мм, а эвальдит — конусовидные кристаллы до 4 мм салатного цвета. Обычны имеющие форму гриба эпитаксические нарастания доннейита («шляпка») на маккельвиит («ножка») (Пеков, 1998). В промежуточ-

ной зоне пегматита встречаются кавернозные участки с рыхлыми скоплениями гидросиликатов и гидроксидов железа, обломков полевого шпата, эгирина, содалита, пектолита, ферсманиита, пирита. Некоторые каверны свободны от этого материала и напоминают полости осевой зоны: здесь на бледно-оранжевый натролит нарастают желтые веретенообразные кристаллы маккельвиита (до 4 см в длину), пирамидальные кристаллы доннейита (до 5 мм) и изометричные — кальцита.

## Пегматитовое тело «Таумаситовое»

Это пегматитовое тело (№ 22 на схеме), названное по находке крупного скопления таумасита, вскрыто Восточным разведочным штреком гор. +252 м. Оно представляет собой горизонтальную линзу протяженностью около 1 м, залегающую в рихсчоррите. Краевая зона тела сложена эгирином и калиевым полевым шпатом, а в центре находится полость размерами 40 x 15 см, стенки которой инкрустированы микроклином и натролитом с небольшими количествами таблитчатого фторапофиллита, барита, лоренценита, флогопита. Почти все внутреннее пространство полости занято скоплениями снежно-белого волокнистого таумасита с небольшими кавернами, стенки которых инкрустированы «пушистыми» шетками этого же минерала.

## Поздние высококальциевые гидротермалиты

Особое место среди постмагматических образований Хибин занимают обогащенные Са, а также К, Sr и F гидротермалиты преимущественно кальцит-цеолитового состава. Это самая поздняя эндогенная минерализация в массиве, подробно изученная и выделенная недавно в особое подразделение гидротермальной формации (Ловская и др., 2002). Высококальциевые гидротермалиты формируют сеть тонких, мощностью редко более 5 см, прожилков, выполняющих трещины в породах мельтейгит-уртитового комплекса и апатитовых телах; широко развиты они и в зонах дробления. Проявления такой минерализации известны в пределах всего Кукисвумчоррского месторождения — от верхних частей до глубоких горизонтов. Особенно обильны они на участке, вскрытом Северным карьером. Эти прожилки секут не только все эндогенные образования, но даже и окристово-глинистые породы линейных зон выветривания. Температуры их формирования, оцененные двумя независимыми методами, составляют 140–160°C, а возраст предполагается не более 100 тыс. лет (Ловская и др., 2002). Обычно прожилки полиминеральные и обладают зональностью от зальбандов к осевой части. Кристаллы нарастают на стенки трещин. Нередко можно видеть несколько генераций одного минерала, дающих ритмично-полосчатые корки. Минеральный состав прожилка может существенно изменяться по простиранию. Главные минералы высококальциевых гидротермалитов Кукисвумчорра — шабазит-К, томсонит-Са, филлипсит-К и кальцит, менее распространены фторапатит, натролит, гоннардит, монтмориллонит, гейландит-К, гейландит-Са, шабазит-Na, фторапофиллит, цеофиллит, тоберморит, таумасит, калиевый полевой шпат.

Наиболее часто встречаются, особенно на Северном карьере, существенно шабазитовые прожилки. Их осевые части выполнены шетками ромбоздрических кристаллов (до 2–5 мм) шабазита-К, в основании которых нередко находятся тонкие зоны томсонита и натролита. Иногда в этих прожилках наблюдается значительное количество белого волокнистого апатита, а на шабазит нарастают мелкие (до 0.05 мм) кристаллы калиевого полевого шпата. Немного уступают им по распространенности филлипситовые прожилки, почти мономинеральные или же содержащие в подчиненных количествах калиевый полевой шпат, гейландит, томсонит, апатит. Полости в них нередко заполнены монтмориллонитом. Существенно томсонитовые прожилки также весьма обычны. Призматический томсонит-Са образует их осевую зону, а в основании его корок обычно находится натролит. Кристаллы томсонита как правило нарастают на натролит эпитактически. В этих прожилках иногда присутствуют также кальцит, филлипсит, гейландит, а в качестве наиболее позднего минерала — таумасит. Кальцитовые прожилки более характерны для глубоких горизонтов месторождения; в них нередко наблюдаются цеолиты и апофиллит в подчиненных количествах. В полостях зон дробления встречаются крупные полоски, содержащие кристаллы кальцита до 5–10 см, ассоциирующие с мелкими шетками филлипсита, томсонита, шабазита.

Одна из наиболее интересных находок — кальцит-цеофиллитовый прожилок с тоберморитом, встреченный на Юкспорском крыле Кировского подземного рудника. Он имеет мощность 0.5 см, а в раздувах до 4 см, и сложен в основном бесцветным листоватым цеофиллитом и зернистым кальцитом. В полостях цеофиллит образует расщепленные кристаллы до 1 мм в форме шестиугольных табличек и пластинок, сферолиты, почки, червеобразные сростки. С ним ассоциируют длиннопризматические кристаллы томсонита-Са, изометричные кристаллы фторапофиллита, ромбоздри кальцита и плотные снежно-белые сферолиты тоберморита до 4 мм в диаметре с «пушистой» поверхностью.

**В** настоящее время на Кукисвумчоррском месторождении установлено 212 минеральных видов, в том числе силикатов — 117, карбонатов — 33, оксидов и гидроксидов — 21, сульфидов — 18, фосфатов — 12, галоидов и сульфатов — по 3, самородных элементов — 2, а арсенидов, арсенатов и оксалатов — по одному. 36 минералов впервые для месторождения описываются в настоящей работе (обнаружены авторами и Н.В.Чукановым) — это амезит, бёмит, гейландит-Са, гётценит, гиббсит, гидродельхайелит, гизингерит, диаспор, канкрисилит, карбонат-гидроксилпатит, комаровит, кордилит-(Се), куплетскит, лейкофан, ловозерит, магнезиоарфведсонит, марганцокукисвумит, накафит, настрофит, нейборит, неотокит, нептунит, нордстрандит, пирофанит, полилититонит, ремондит-(Се), синхизит-(Се), стисиит, торит, ферроселадонит, франконит, циркон, шербаковит, эвидимит, эльпидит, ярозит.

### Самородные элементы

**Свинец Pb** обнаружен в виде шариков диаметром до 0.5 мм в массе красного глета, возникшего при изменении галенита. Эта находка сделана в центральной зоне пегматитового прожилка, секущего ийолит-уртиты гор. +252 м; с галенитом ассоциируют микроклин, эгирин, содалит, нефелин, натролит, пектолит, ринкит, флюорит, лоренценит, ферсманит, поздняя минерализация представлена кальцитом, фторапофиллитом, катаплеитом, стронцианитом, доннейитом, пирохлором, вуориярвитом. Свинец химически чистый (Яковенчук и др., 1999).

**Графит С** отмечен в полевошпат-содалит-натролитовой жиле, где его пластинчатые выделения до 1 мм заключены в калиевом полево шпате и натролите (Флоровская и др., 1968).

### Арсениды и сульфиды

**Саффлорит  $(Co,Fe)As_2$**  найден одним из авторов (А.П.) в натролитовом прожилке мощностью 2 см, секущем уртиты гор. +252 м. Сrostки этого минерала с галенитом достигают 3 см. При изменении саффлорита возникает эритрин (Яковенчук и др., 1999).

**Халькозин  $Cu_2S$**  отмечался А.Н.Лабунцовым в аншлифах с халькопиритом и борнитом из ийолитов (Бонштедт и др., 1937). В полостях осевой натролит-пектолитовой зоны пегматита, секущего уртиты гор. +252, халько-

Таблица 1. Химический состав (мас. %) халькозина (1), ковеллина (2), сфалерита (3-5), халькопирита (6-7), джерфишерита (8-9), расвумита (10) и мурунскита (11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К								9.10	9.60	15.65	17.15
Mn			0.94	0.41	0.57		нпо			нпо	0.01
Fe	0.24	0.53	11.66	6.13	4.45	31.04	29.77	47.20	38.53	45.72	12.31
Ni	0.05				нпо		нпо	0.54		нпо	
Cu	78.81	67.80		1.98	нпо	34.61	34.60	8.00	15.76	0.06	42.68
Zn			53.46	58.90	61.77		нпо			0.12	
S	20.10	31.11	34.34	33.34	32.83	34.78	34.88	33.10	33.61	38.72	28.09
Cl								1.75	1.46	нпо	
<b>Сумма</b>	<b>99.20</b>	<b>99.44</b>	<b>100.40</b>	<b>100.76</b>	<b>99.78*</b>	<b>100.43</b>	<b>99.25</b>	<b>100.33*</b>	<b>98.96</b>	<b>100.32*</b>	<b>100.24</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 5 — Cd 0.16; 8 — Co 0.64; 10 — Na 0.05.

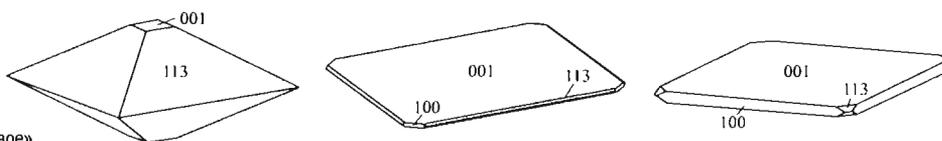
Источники: 8 — Балабонин и др., 1980; 11 — Хомяков, 1990; 1-4, 6, 9 — Яковенчук и др., 1999; 5, 7, 10 — данные настоящей работы. 5, 7 — «Илеритовое», 10 — «Макинавитовое»

зин (табл. 1, №1) образует сростки до (0.5 мм) пластинчатых кристаллов (до 0.05 мм) индигово-синих с поверхности, ассоциирующие с халькопиритом, сфалеритом, галенитом, ковеллином, урнитом, пиритом, марказитом, гематитом, гетитом, фторапофилитом, флюоритом, пирохлором и др. (Яковенчук и др., 1999).

**Борнит**  $Cu_5FeS_4$  совместно с халькопиритом заполняет интерстиции между кристаллами нефелина в ийолитах; А.Н.Лабунцов отмечал крупнорешетчатые сростания этих двух сульфидов (Бонштедт и др., 1937). В виде грубых изометричных кристаллов до 0.2 мм, покрытых ковеллином, борнит встречен в полостях того же пегматита, что и халькозин (Яковенчук и др., 1999).

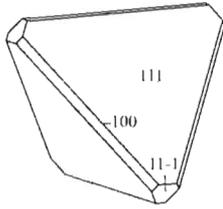
**Пентландит**  $(Fe,Ni)_9S_8$  образует включения до 0.2 мм в пирротине, джерфишерите и кубаните из пегматитов в мельтейгитах и рисчорритах (Соколова и др., 1971а).

**Макинавит**  $Fe_9S_8$  впервые для месторождения был отмечен в шлифе пегматита ийолит-уртитов (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Замечательная находка макинавита (табл.2, №№3-4) в виде хорошо образованных кристаллов до 3 мм в ребре, имеющих бронзово-желтый цвет, сделана в пегматитовом теле «Макинавитовое». Они нарастают в полостях на натролит и пектолит, ассоциируя с более ранними аннитом, эгирином, бербанкитом, расвумитом. Морфология кристаллов макинавита (тетрагональный, класс симметрии  $4/m\bar{3}m$ ) здесь довольно разнообразна. На шетках белого натролита можно встретить одиночные кристаллы, представляющие собой комбинацию дипирамиды {113} (главная форма) и пинакоида {001}. Грани {113} покрыты очень грубой штриховкой, параллельной ребрам {113}: {001}, отчего такие кристаллы иногда имеют вид пачек, сложенных из отдельных листочков. Более часто встречаются кристаллы в виде тонких четырех- и восьмиугольных пластинок. Их главной габитусной формой является {001}, а боковые поверхности образованы гранями {113} и {100}. Такие кристаллы часто расщеплены в плоскости {001}, изогнуты, скручены, образуют причудливые сростки разных типов — параллельные, розетковидные, хаотические. Интересны шестеренковидные параллельные сростки восьмиугольных пластинок макинавита, контакти-



Кристаллы макинавита. «Макинавитовое»

Таблица 2. Химический состав (мас. %) пирротина (1–2), макинавита (3–4), пирита (5–6), арсенопирита (7), кобальтина (8) и сафлорита (9)



Кристалл сфалерита

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe	64.21	60.22	66.07	63.92	46.46	46.30	34.53	12.98	6.79
Co								20.34	19.76
Ni								0.05	2.23
As							46.37	45.92	71.87
S	35.50	38.53	34.60	36.05	52.66	53.02	19.78	19.45	
<b>Сумма</b>	<b>99.71</b>	<b>99.22*</b>	<b>100.67</b>	<b>99.97</b>	<b>99.12</b>	<b>99.32</b>	<b>100.68</b>	<b>98.74</b>	<b>100.65</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входит также 0.47 % Cu. Источник: 1–9 — Яковенчук и др., 1999. 2 — «Кукисвумитовое»; 3, 4 — «Макинавитовое» (3 — дипирамидальный кристалл, 4 — пластинчатый кристалл)

роющих между собой только боковыми гранями. Встречаются сростки между собой дипирамидальные и тонкопластинчатые индивиды. В другом участке пегматита макинавит дает изометричные кристаллики до 0.5 мм, образованные гранями дипирамиды и пинакоида, которые находятся в тесном сростании с расвумитом и джерфишеритом. Они ассоциируют в полостях с прозрачными оранжево-розовыми кристаллами виллиомита и зелеными — натролита, а также с более ранними пектолитом, микроклином, аннитом, апатитом. Многие кристаллы макинавита вытянуты вдоль одной из осей второго порядка и имеют псевдоромбическую внешнюю симметрию. Минерал из «Макинавитового» неустойчив: если не предпринять защитных мер, то после нескольких лет хранения на открытом воздухе кристаллы не только темнеют, но и покрываются пленками и корочками гидроксидов железа.

**Ковеллин  $\text{CuS}$**  отмечен А.Н.Лабунцовым в аншлифах; вместе с халькозином и купритом он развивается по халькопириту и борниту в ийолитах (Бонштедт и др., 1937). В полостях пегматита, секущего уртиты гор. +252, ковеллин (табл. 1, №2) образует корочки мелких (до 0.03 мм) зеленовато-синих клиновидных кристалликов на борните (Яковенчук и др., 1999).

**Галенит  $\text{PbS}$**  часто встречается в пегматитах и гидротермалитах Кукисвумчорра, но крупных скоплений не образует. Он присутствует во многих ассоциациях, нередко в тесном сростании с другими сульфидами. Внутри обособлений натролита и виллиомита, а также в полостях встречаются его хорошо образованные кубооктаэдрические кристаллы до 3 см, иногда скелетные или же с корродированной, как бы «оплавленной» поверхностью. По химическому составу минерал достаточно чистый: содержания элементов-примесей в нем ниже пределов обнаружения электронно-зондовым методом.

**Сфалерит  $\text{ZnS}$**  (фото 16) — наиболее распространенный сульфид кукисвумчоррских пегматитов, встреченный в подавляющем их большинстве, в самых разных ассоциациях. Особенно много сфалерита в гидротермалитах, где он подчас слагает сплошные гнезда до 20–30 см в поперечнике. М.Н.Соколовой (1965) описаны субпараллельные тонкопластинчатые обособления сфалерита до 10 x 5 x 0.1 см в натролите. Хорошо образованные кристаллы сфалерита в полостях достигают 4 см. Как правило они образованы гранями тетраэдров {111} и {11-1}, реже отмечаются грани {100} и {110}. Обычны двойники. На гранях часто наблюдается сложная скульптура роста и/или растворения: для граней {111} характерны треугольные бугорки, а на грани {11-1} иногда эпитаксически нарастают мелкие кристаллики халькопирита. Сфалерит прозрачен или полупрозрачен, окрашен чаще всего в коричневый цвет разных оттенков, от янтарного до очень темного, почти черного; реже встречаются оранжевые, серно-желтые, зеленые, зеленовато-серые разности. Густота цвета напрямую зависит от содержания железа. Как правило, раннепегматитовый сфалерит более железистый и, соответственно, более темный, а позднегидротермальные разности маложелезистые, светлые.

**Халькопирит  $\text{CuFeS}_2$**  в виде мелких выделений присутствует во многих пегматитах, обычно в сростании с другими сульфидами. Реже встречаются крупные, до 15 см, сплошные гнезда этого минерала. В полостях пегматита с халькозином, пиритом, сфалеритом, гетитом и др. отмечены совершенные кристаллы халькопирита до 2 мм, обра-

зованные гранями тетрагонального тетраэдра {112} (Яковенчук и др., 1999). Более грубые тетраэдрические кристаллы до 1 мм встречаются в мелких кавернах «Илеритового» (табл.1, №7).

**Кубанит**  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$  установлен в пегматитах среди мельтейгитов. Он наблюдался в аншлифах в виде мелкозернистых агрегатов вместе с джерфишеритом в краевых частях выделений пирротина, а также в виде пластинчатых вростков в халькопирите (Соколова и др., 1971а).

**Пирротин**  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$  — обычный сульфид простых пегматитов, связанных с мельтейгит-уртитам и рисчорритами. Он встречается главным образом в виде гнезд, достигающих 10 см и более, мономинеральных или же вместе с другими сульфидами — джерфишеритом, халькопиритом, кубанитом, пиритом, расвумитом, которые иногда образуют каймы вокруг пирротина (Соколова и др., 1971а; Костылева-Лабунцова и др., 1978b). В.Н.Яковенчук с соавторами (1999) отмечают розетки шестиугольных таблитчатых кристаллов пирротина (до 5 мм), нарастающие на анальшим и микроклин.

**Молибденит**  $\text{MoS}_2$  в незначительных количествах встречается во многих пегматитах, обычно образуя отдельные изогнутые листочки до нескольких миллиметров в поперечнике, вросшие в агрегаты силикатов или находящиеся на стенках полостей. Особенно характерен он для тел с содовыми минералами. В них встречены таблитчатые шестиугольные кристаллы молибденита, чаще всего расщепленные, и их агрегаты до 2 см. По химическому составу минерал соответствует идеальной формуле.

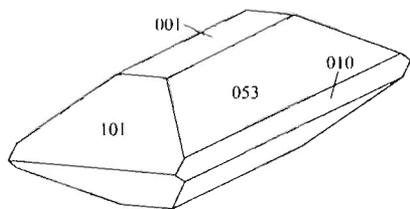
**Пирит**  $\text{FeS}_2$  — обычный минерал многих пегматитов и гидротермальных образований. Он присутствует как правило в небольших количествах, давая в полостях кристаллы размером до нескольких миллиметров, образованные гранями куба, пентагондодекаэдра и октаэдра. Пирит типичен для относительно низкощелочных гидротермалитов, где ассоциирует с кальцитом, анкилитом, флюоритом, баритом, кварцем, а для ультраагпаитовых, особенно содовых парагенезисах нехарактерен.

**Марказит**  $\text{FeS}_2$  — редкий позднегидротермальный минерал месторождения. Иногда он вместе с пиритом замещает пирротин в пегматитах, образуя тонкие корочки (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Отмечено ориентированное нарастание иголок марказита длиной до 1 мм на кристаллы халькопирита в полости (Яковенчук и др., 1999). В мелких кавернах «Илеритового» встречены уплощенные кристаллы марказита до 1 мм и их двойники сростания.

**Арсенопирит**  $\text{FeAsS}$  попадает редко. В полостях натролит-микроклинового прожилка, секущего уртиты гор. +172 м, встречены его уплощенные блоково-мозаичные кристаллы до 1.5 см (табл.2, №7), нарастающие на шетки натролита (Яковенчук и др., 1999). В одной из полостей «Макинавитового» найден сросток толстотаблитчатых кристаллов арсенопирита размерами 1 x 0.5 см, на который нарастают кубооктаэдры галенита и бледно-розовые кристаллы виллиомита.

**Кобальтин**  $\text{CoAsS}$  отмечен в виде изометричных выделений (табл.2, №8) до 0.05 мм в арсенопирите (Яковенчук и др., 1999).

**Расвумит**  $\text{KFe}_2\text{S}_3$  (фото 18, 19) был описан как новый минерал из пегматитов, связанных с мельтейгит-уртитам и рисчорритами апатитовых месторождений Расвумчорр и Кукисвумчорр (Соколова и др., 1970). На Кукисвумчорре он наиболее часто отмечается в виде неправильных выделений до 1 мм в тесной ассоциации с джерфишеритом и пирротинном, в том числе в составе кайм вокруг последнего (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Удлиненные индивиды до 1 см этого минерала встречаются в пегматитах «расвумчоррского типа» в тесной ассоциации с эгирином, дельхайелитом, фенакситом, шербаковитом, джерфишеритом и др. Кристаллы расвумита свободного роста найдены в составе гидротермальных парагенезисов ультраагпаитовых пегматитов. Чаще всего попадают тонкоигольчатые кристаллы длиной до 5–7 мм, нередко изогнутые, собранные в



Кристалл расвумита. «Макинавитовое»



Игольчатые кристаллы **расвумита**. РЭМ-фото. Ув. 350 $\times$ .

зеленым натролитом. Свежий расвумит имеет стально-серый цвет и очень яркий металлический блеск. Однако, этот щелочной сульфид нестойк и при хранении во влажной атмосфере быстро темнеет, тускнеет, а затем покрывается ржавыми пленками гидроксидов железа. Расвумит очень мягкий, с совершенной спайностью, легко расщепляется при надавливании на тонкие волокна. По химическому составу он практически точно отвечает идеальной формуле (табл. 1, №10).

**Джерфишерит**  $K_6(Fe,Cu)_{25}S_{26}Cl$  достаточно широко распространен в бесполостных пегматитах, связанных с мельтейгит-уртитам и рисчорритами. Обычно он находится в виде обособлений размером до 1 см, самостоятельных или же вместе с другими сульфидами, в интерстициях между зернами породообразующих минералов. Весьма характерны каймы джерфишерита, иногда вместе с расвумитом, халькопиритом, кубанитом, вокруг пирротина (Соколова и др., 1971а; Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Многочисленные выделения джерфишерита присутствуют в пегматитах «расвумчоррского типа», где он ассоциирует с дельхайселитом, фенакситом, виллиомитом, эгирином, расвумитом, канаситом, накафитом и др. Джерфишерит обычен для пегматитов, контактирующих с апатитовыми породами. В таком пегматите, состоящем из пироксена, калиевого полевого шпата, нефелина, апатита и ринкита, одним из авторов (А.П.) найдено гнездо, имеющее более 10 см в поперечнике и сложенное крупнозернистым агрегатом пирротина и джерфишерита приблизительно в равных количествах. Встречен джерфишерит и в поздних гидротермальных ассоциациях. Так, в полостях «Макинавитового» на шетках натролита нами зафиксированы неправильные многогранники этого минерала до 3 мм, иногда в сростании с расвумитом и макинавитом. В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) в одном из пегматитов в рисчорритах гор. +252 м отмечены кубооктаэдры джерфишерита до 1 мм, вместе с иглами расвумита нарастающие на натролит и апатит. Свежий джерфишерит бронзово-желтый с сильным металлическим блеском, без спайности, визуально напоминает темный пирротин. На воздухе он тускнеет, приобретает темно-коричневый цвет и синюю или радужную побежалость. Кукисвумчоррский джерфишерит содержит много меди при незначительных концентрациях никеля и кобальта (табл. 1, №№8–9).

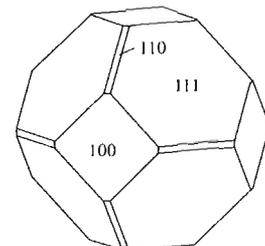
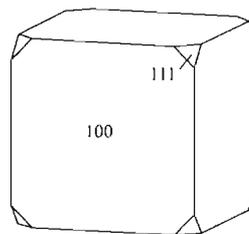
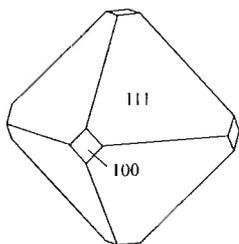
**Мурунскит**  $K_2Cu_3FeS_4$  Кукисвумчоррского месторождения представляет собой вторую находку в мире после чароитовых пород щелочного массива Мурун в Восточной Сибири. Он установлен в паранатролитовых прожилках, секущих уртиты и апатит-нефелиновые породы. Зерна мурунскита неправильной формы, имеющие размеры 1–3 мм, рассеяны в паранатролите. В свежем изломе минерал черный с бронзовым отливом, имеет металлический блеск, но на воздухе легко изменяется, покрываясь серо-черным сажистым налетом. По химическому составу (табл. 1, №11) хибинский мурунскит очень близко соответствует идеальной формуле, примесей почти не содержит. В его обособлениях отмечаются вросстки неидентифицированных сульфидов Cu, Fe и Mn (Хомяков, 1990).

**Виллиомит  $\text{NaF}$**  (фото 8, 17, 20, 21, 23, 25) — характерный минерал ультраагпаитовых пегматитов и гидротермалитов. Впервые для Хибин он был обнаружен в 1946 г. П.К.Семеновым на Кукисвумчоррском месторождении, в разведочном кваршлага № 7 гор. +392 м, в многочисленных пегматитовых и гидротермальных прожилках, секущих рихсчорриты и имеющих виллиомит-пектолит-полевошпатовый, виллиомит-пектолитовый или почти чисто виллиомитовый состав. Размер выделений виллиомита (табл.3, №1) здесь достигал 10 см (П.К.Семенов, 1959). Благодаря своему характерному красному цвету разных оттенков (от оранжево-красного через ярко-алый до очень темного фиолетово-красного), совершенной спайности по кубу и легкой растворимости в воде этот минерал легко диагностируется визуально. Он широко распространен в виде небольших (до первых сантиметров) выделений и скелетных кристаллов-«элатолитов» в пегматитах «расвумчоррского типа» с фенакситом, дельхайелитом, цирсиалитом и др. В осевой зоне пегматитов Содового кваршлага виллиомит образует массивные гнезда до 15 см, обычно погруженные в плотный агрегат термонатрита, иногда в тесной ассоциации с тронной и флюоритом. Скопления виллиомита до 25 x 10 см, имеющие темно-красный цвет, встречаются в эгирин-содалит-полевошпатовом пегматите с амфиболом, пектолитом, ферсманитом, ринкитом. Наиболее крупные сплошные обособления виллиомита, достигающие 0.5 м в поперечнике, ярко-алые до темно-красно-красных, обнаружены в раздувах натролит-пектолит-микроклиновых жил, секущих рихсчорриты чуть выше гор. +252 м.

Самые знаменитые образцы кукисвумчоррского виллиомита — сростки и щетки прекрасно образованных прозрачных кристаллов в полостях, с которыми подчас ассоциирует целая гамма редких минералов. Так, стенки каверн в эгирин-канкрисилит-микроклиновых жилах иногда инкрустированы оранжевыми до почти бесцветных, реже темно-красными кристаллами до 5 мм в ребре. Эти кристаллы имеют кубическую форму, но часто вытянуты или, наоборот, уплощены вдоль одной из осей четвертого порядка. Иногда их вершины «срезаны» слабо развитыми гранями октаэдра. С таким виллиомитом обычно тесно ассоциирует пирсонит в виде хорошо ограненных прозрачных кристаллов до 1 см; вместе они формируют эффектные друзы, на которые нарастают тулюокит и натроксалат, а под ними находятся кальборсит, мерлиноит, канкрисилит, игольчатый расвумит.

В полостях «Макинавитового» обнаружены очень красивые водяно-прозрачные кристаллы виллиомита (табл.3, №2) нежно-розовой и светло-оранжевой окраски, иногда почти бесцветные, достигающие в поперечнике 1.5 см, их параллельные и гроздьевидные сростки, друзы, корки. В коротковолновом ультрафиолетовом свете эти кристаллы обладают яркой оранжевой люминесценцией, в отличие от массивной красной разновидности виллиомита, которая обычно не флюоресцирует. Кристаллы виллиомита здесь в основном имеют кубооктаэдрическую форму, причем грани {111} обычно развиты сильнее. Реже встречаются октаэдры и кристаллы с узкими поясками граней ромбододекаэдра. Многие индивиды блочные, со сферически-выпуклыми гранями. Нередко они нарастают в автоэпитаксиальном положении на более ранний массивный ярко-красный виллиомит, который слагает стенки полостей. В ассоциации с ними находятся белый игольчатый пектолит, зеленый прозрачный друзовый натролит, микроклин, аннит, эгирин, фторапатит, джерфишерит, расвумит, макинавит, галенит, арсенопирит.

В некоторых пегматитах можно наблюдать последовательную смену генераций виллиомита, различающихся по физическим свойствам. Это явление было рассмотрено нами на примере пегматита с кальборситом (Пеков, Чуканов, 1996). Массивный кроваво-красный виллиомит-I, не люминесцирующий в ультрафиолетовом свете, заполняет здесь интерстиции между кристаллами канкрисилита. Там, где его блоки выходят в открытые полости, на них автоэпитаксиально нарастают корки мощностью до 5 мм красно-бурого виллиомита-II, имеющего оранжевую люминесцен-



Кристаллы виллиомита



Кристаллы **нейборита** в массе мелкочешуйчатого боншдетита. «Нейборитовое». РЭМ-фото. Ув. 1000<sup>x</sup>.

Таблица 3. Химический состав (мас. %) виллиомита (1–2), флюорита (3) и нейборита (4)

	1	2	3	4
Na	54.69	54.10	0.16	22.55
Mg				23.44
Ca			51.12	
Sr			0.18	
Y			0.21	
F	45.06	45.38	48.53	55.10
<b>Сумма</b>	<b>99.75</b>	<b>99.48</b>	<b>100.20</b>	<b>100.79</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: источники: 1 — П.К.Семенов, 1959; 2–3 — Яковенчук и др., 1999; 4 — данные настоящей работы. 2 — «Макинавитовое» (розовый кристалл); 3 — «Кукисвумитовое»; 4 — «Нейборитовое»

цию. Наконец, внутри полостей находятся хаотические агрегаты бледно-оранжевых и розовых прозрачных кубиков (до 1 см) наиболее позднего виллиомита-III, люминесцирующего розово-красным цветом.

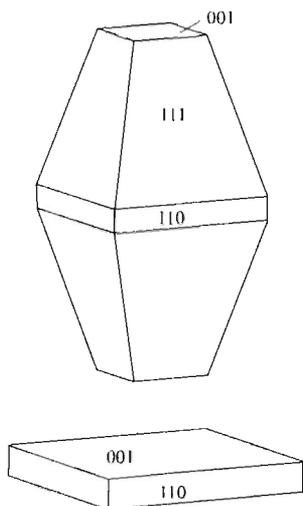
**Флюорит**  $\text{CaF}_2$  в небольших количествах встречается в составе поздних ассоциаций многих пегматитов. Обычно он образует мелкие (до первых миллиметров) кубооктаэдрические, реже с гранями ромбододекаэдра, сиренево-фиолетовые, зеленые или бесцветные прозрачные кристаллики. Для ультраагпаитовых тел он нетипичен, однако в ядре одного из пегматитов Содового кваршлага обнаружены гнезда фиолетового флюорита до 6 x 2 см, в тесной ассоциации с виллиомитом и тронной врастающие в массивный термонатрит. Рыхлый порошокатый флюорит в изобилии находился в крупной полости «Комаровитового».

**Нейборит**  $\text{NaMgF}_3$  установлен нами в составе гидротермального парагенезиса пегматитового тела «Нейборитовое», в ассоциации с пирссонитом, шортитом, бербанкитом, боншдетитом, паранатролитом, виноградовитом, тронной. Основное количество нейборита входит в состав частичных или полных ячеистых псевдоморфоз по крупным, до нескольких сантиметров, шестиугольным призмам биотита. Нейборит образует агрегаты изометричных и уплощенных зерен, реже наблюдается в виде псевдокубооктаэдрических кристаллов, достигающих 1 мм. Такие кристаллы часто уплощены по одной из пар граней псевдокуба, благодаря чему имеют таблитчатый облик, причем эти наиболее развитые грани ориентированы параллельно плоскости спайности замещаемого биотита. Нейборит иногда встречается и вне связи с биотитом. Так, в гнездах мелкочешуйчатого боншдетита наблюдаются его отдельные хорошо оформленные псевдоромбододекаэдры (до 0.7 мм) и их сростки. Минерал водяно-прозрачен, имеет стеклянный блеск и коричневую окраску разной насыщенности, мелкие кристаллы почти бесцветны. По химическому составу нейборит очень чист (табл.3, №4). Представляется, что этот минерал выступает в «Нейборитовом» в роли своеобразного «заместителя» виллиомита — главного концентратора фтора в других ультраагпаитовых телах.

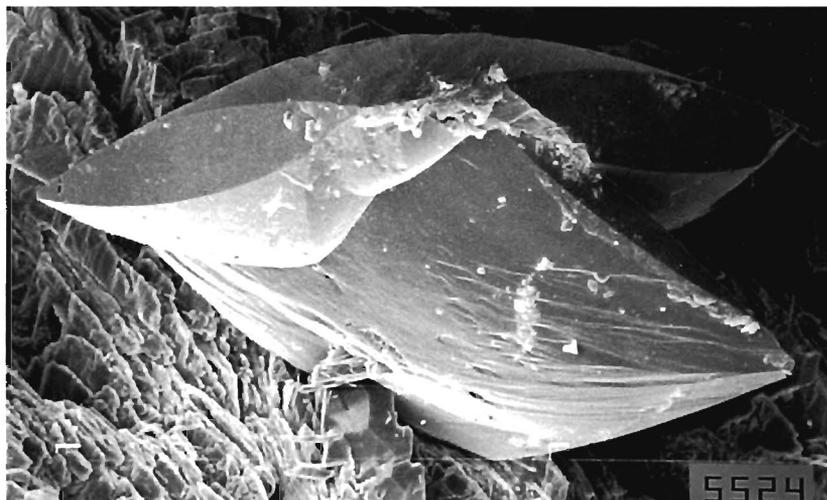
## Оксиды и гидроксиды

**Куприт**  $\text{Cu}_2\text{O}$  отмечен А.Н.Лабунцовым в аншлифе. Мельчайшие выделения этого минерала ассоциируют с халькозином в трещинах борнита в ийолите (Боншдетт и др., 1937).

**Глет**  $\text{PbO}$  образует ярко-красные оторочки мощностью 1–5 мм вокруг зерен галенита в центральной зоне содалит-эгирин-микроклинового прожилка, секущего ийолит-уртиты гор. +252 м. Внутри обособлений глета находятся шарики (до 0.5 мм) самородного свинца (Яковенчук и др., 1999).



Кристаллы анатаза. «Илеритовое»



Сросток чечевицеобразных кристаллов анатаза на микроклине. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 750 $\times$ .

**Гематит**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в виде розеток пластинчатых кристаллов до 1 мм отмечен в полостях центральной пектолит-натролитовой зоны пегматитовой жилы, секущей уртиты гор. +252 м, где ассоциирует с гетитом, сульфидами, флюоритом, фторапофиллитом, пирохлором (Яковенчук и др., 1999). В «Илеритовом» темно-серые шестиугольные пластинки до 1 мм и губчатые агрегаты гематита вместе с пиритом нарастают на натролит. Тонкодисперсный гематит окрашивает в красный цвет агрегаты цеолитов, мусковита и глинистых минералов во многих телах гидротермалитов.

**Анализ**  $\text{TiO}_2$  встречается в составе позднегидротермальных парагенезисов некоторых пегматитов. В краевых зонах «Илеритового» синий тонкозернистый анатаз образует частичные псевдоморфозы по титаниту, а в ядре пегматита найдены полные полевошпат-кальцит-анатаз-кварцевые псевдоморфозы по ферсманиту (состав дан в табл.4, №2). В полостях на шетках микроклина в тесной ассоциации с карбоцернаитом, ненадкевичитом, бербанкитом, кальцитом здесь обычны корочки темно-синих до почти черных дипирамидальных с гранями пинакоида кристаллов анатаза (до 0.8 мм), обладающих очень сильным блеском. Встречаются отдельные таблитчатые или чечевицеобразные кристаллы до 1 мм (табл.4, №3), часто расщепленные. Анатаз в «Илеритовом» обогащен Nb (9–12 мас.%  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) и Fe (1.5–2%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Нередок на месторождении желтый анатазовый лейкоксен, развивающийся в зонах выветривания по титановым силикатам, в первую очередь, по лампрофиллиту и ринкиту.

**Кварц**  $\text{SiO}_2$  изредка встречается в составе гидротермальных ассоциаций в пегматитах. В одной из жил обнаружены полости, целиком выстланные шетками его изометричных желтоватых кристаллов до 1 см, покрытых мелким кварцем второй генерации. В зоне брекчирования, вскрытой выработкой гор. +252 м, найдены обломки кристаллов кварца с аметистовой окраской в ядрах. Кварц — обычный минерал полостей в микроклиновых участках «Илеритового». Здесь его призматические прозрачные кристаллы до 1 см, бесцветные до дымчато-коричневых, ассоциируют с селадонитом, эльпидитом, цепинитом-К, лабунцовитом-Мg, пиритом, кальцитом. Реже встречаются густо-коричневые до черных (морион) изометричные кристаллы до 5 мм, образованные гранями ромбоэдров {101} и {011}, иногда с узким пояском граней призмы {100}.

**Опал**  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  отмечен только среди гипергенных образований: он вместе с карбонатами натрия дает белые корочки на стенках подземных выработок.

**Магнетит**  $\text{FeFe}_2\text{O}_4$  — обычный аксессуарный минерал мельтейгит-уртитов и простых пегматитов, где он дает образования до 15 см и грубые октаэдрические кристаллы. В апатитовых породах встречаются силикатно-магнетитовые жилы мощностью до 1.5 м, где в матрице магнетита, слагающего до 85% их объема, находятся зерна апатита, нефелина, биотита. Минерал практически всегда представлен высокотитанистой разновидностью (табл.4, №4–5), в ряде случаев уже распавшейся с образованием ламелл ильменита и, возможно, ульвешпинели (Костылева-Лабунцова и др., 1978b).

Таблица 4. Химический состав (мас. %) анатаза (1–3), Тi-магнетита (4–5), ильменита (6–8), пирофанита (9) и кафетита (10)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CaO	0.62			1.13	0.28	0.50				20.13
MgO				0.54	0.56	0.16	0.11			
MnO	0.03			не опр	не опр	2.57	1.32	10.47	39.88	0.07
FeO	0.05			37.40	42.87	41.11	45.02	34.74	6.28	1.02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1.93	1.46	44.24	36.11	4.26				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				не опр	не опр	0.40				0.02
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03			0.03	0.31					
SiO <sub>2</sub>	0.21			не опр	не опр	0.38				0.20
TiO <sub>2</sub>	98.14	84.76	87.35	16.55	19.23	50.76	52.82	52.11	52.04	65.21
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	12.10	11.27				0.22	1.90	1.20	2.15
<b>Сумма</b>	<b>99.86*</b>	<b>98.79</b>	<b>100.08</b>	<b>99.89</b>	<b>99.36</b>	<b>100.14</b>	<b>99.61*</b>	<b>99.22</b>	<b>99.40</b>	<b>90.36*</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 1 — ZrO<sub>2</sub> 0.31; 7 — Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.12; 10 — Na<sub>2</sub>O 1.40, K<sub>2</sub>O 0.16.

Источники: 5 — Дудкин и др., 1964; 4 — Дудкин, 1968; 6 — Костылева-Лабунцова и др., 1978b; 1, 7, 10 — Яковенчук и др., 1999 (псевдоморфоза по титаниту); 2, 3, 8, 9 — данные настоящей работы. 2, 3, 9 — «Илеритовое»

**Ульвёшпинель** Fe<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub> зафиксирована по рентгенограммам и термическим данным в магнетите из апатитовых руд, содержащем 16–18% TiO<sub>2</sub>. Однако, под микроскопом в массе этого магнетита однозначно диагностирован лишь ильменит (Е.И.Семенов, 1959b). Материал требует дополнительного изучения.

**Ильменит** FeTiO<sub>3</sub> в виде отдельных таблитчатых и неправильных выделений до 1–2 см характерен для мельтейгит-уртитов, рисчорритов, апатитовых пород и простых пегматитов Кукисвумчорра. Крупные (до 5 см) его пластины встречаются среди эгирина в пегматитах «расвумчоррского типа». Типичен он и для биотит-полевошпатовых жил с цирконом, таблитчатым апатитом и канкринитом. Поздний ильменит, дающий таблитчатые кристаллики в полостях пегматитов, здесь, в отличие от других районов Хибин, редок. В одном из прожилков обнаружены черные сферолиты Mn-ильменита (табл.4, №8) до 1 мм в диаметре, нарастающие в пустотках на кристаллы натролита.

**Пирофанит** MnTiO<sub>3</sub> установлен нами в «Илеритовом». Он дает великолепно оформленные таблитчатые и изометричные (псевдооктаэдрические) кристаллы до 2 мм темного красно-коричневого цвета с очень сильным блеском, нередко слабоборасщепленные, и их сростки до 6 мм. Эти кристаллы (тригональная симметрия, класс -3) образованы только гранями ромбоэдра {101} и линакоида {001}. Встречаются двойники по (001). Пирофанит (табл.4, №9) вростает в шетки зеленоватого натролита, а более поздними минералами этой ассоциации являются апатит, кухаренкоит-(La), бёмит, амезит, пирит и гематит.

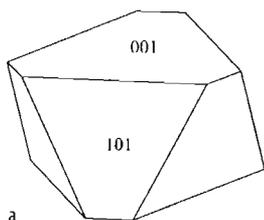
**Перовскит** CaTiO<sub>3</sub> впервые для Хибин найден на Кукисвумчоррском месторождении в 1949 г Б.Н.Мелентьевым. Он встречается в апатито-нефелиновых породах в виде кристаллов кубического и кубооктаэдрического облика, их двойников, а также неправильных зерен черного цвета, достигающих 1.5 мм и нередко окруженных каймой титанита и Тi-магнетита. В отдельных участках (гор. +392 м) содержание перовскита в породе достигает 10–15% и даже более (Курбатов, 1953; Шилин, Янченко, 1962). Минерал содержит существенные примеси REE, Sr, Na (табл.5, №№1–3).

**Лопарит** (Na,REE)(Ti,Nb)O<sub>3</sub> в виде мельчайших кристаллов отмечался в уртитах (Балаганская, Савченко, 1998). Нами он установлен в пегматите «расвумчоррского типа» в ассоциации с ломоносовитом, лампрофиллитом, дельхайелитом и др. Его черные с очень сильным блеском кристаллы (до 2 мм) кубооктаэдрического габитуса, сдвойникованные по флюоритовому закону, содержат заметные примеси Ca и Sr (табл.5, №5).

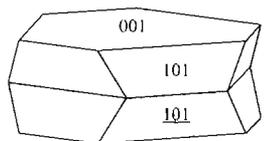
Таблица 5. Химический состав (мас. %) перовскита (1–3), лопарита (4–5) и изолуешита (6–9)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na <sub>2</sub> O	1.59	1.33	1.77	7.51	7.57	13.65	12.82	12.05	12.28
K <sub>2</sub> O	2.38	нпо	0.13		0.51	0.07	0.06	0.09	0.04
CaO	28.18	33.99	30.87	7.42	4.87	2.82	2.25	2.16	1.48
SrO	5.46	1.38	1.56	5.91	7.62	2.03	2.02	1.66	1.42
BaO		1.34			1.72				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.18	0.73	0.83	0.08	2.10	0.02	0.03	нпо	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.56			0.11					
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1.63		9.95	9.50	5.17	7.80	7.08	7.83
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		4.48		15.60	13.31	3.12	5.07	5.08	7.44
Pt <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		нпо		0.73	1.62	0.15	0.20	0.21	0.45
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.71		2.57	2.35	0.18	0.33	0.47	0.82
REE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.21	не опр	7.99						
SiO <sub>2</sub>	0.20	нпо	0.09	0.08	нпо				
TiO <sub>2</sub>	51.97	53.52	54.88	43.18	37.82	17.05	21.08	22.24	23.00
ThO <sub>2</sub>	0.56	не опр	0.22	1.66	нпо	1.15	2.41	4.88	2.98
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.04	1.63	1.71	4.51	11.44	53.41	44.23	41.81	40.68
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.14	0.16	0.11	нпо	0.58	0.79	0.64	0.39
<b>Сумма</b>	<b>99.33</b>	<b>100.88</b>	<b>100.67*</b>	<b>100.10*</b>	<b>100.43</b>	<b>99.40</b>	<b>99.09</b>	<b>98.37</b>	<b>98.86*</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 3 — MgO 0.03, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.06, H<sub>2</sub>O 0.37; 4 — ZrO<sub>2</sub> 0.62; 9 — Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.03. Источники: 1 — Курбатов, 1953; 3 — Шилин, Янченко, 1962; 6–9 — Chakhmouradian et al., 1997 (6–9 — зоны одного кристалла от ядра к периферии); 4 — Балаганская, Савченко, 1998; 2, 5 — данные настоящей работы

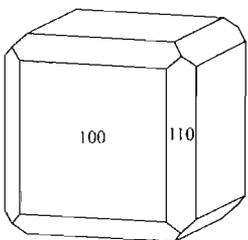


a



b

Кристаллы **пирофанита**:  
a — одиночный,  
b — двойник по (001).  
«Илеритовое»

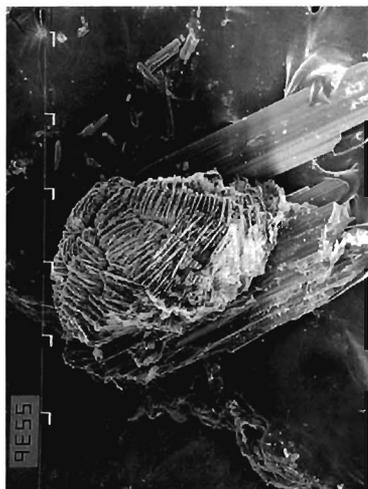


Кристалл **изолуешита**

**Изолуешит**  $\text{NaNbO}_3$  — кубический аналог луешита, эндемик Кукисвумчоррского месторождения. Он найден в краевых частях микроклин-содалит-натролитовой жилы, секущей уртиты гор. +172 м, где дает темно-коричневые с сильным блеском кристаллы до 0.3 мм, вросшие в содалит. Они образованы гранями куба и ромбододекаэдра (Chakhmouradian *et al.*, 1997).

**Франконит**  $\text{Na}_2\text{Nb}_4\text{O}_{11} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  впервые для Хибин установлен нами в полостях «Илеритового», где нарастает на микроклин вместе с кальцитом, апатитом, селадонитом, эгирином. Этот минерал (табл.6, №1) образует радиальные сростки-розетки диаметром до 1.5 мм, состоящие из снежно-белых изогнутых волокон с сильным шелковистым блеском.

**Пирохлор**  $(\text{Ca,Na})_2\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{OH,F})$  в небольших количествах входит в состав гидротермальных парагенезисов многих пегматитов. Его кристаллы октаэдрического, кубооктаэдрического или ромбододекаэдрического облика обычно не превышают 2–3 мм в поперечнике и окрашены в разные оттенки коричневого или желтого цветов. В одном случае нами обнаружена псевдоморфоза по пластине вуоннемита (10 x 10 x 2 мм), сложенная параллельно сростшимися таблитчатыми кристаллами пирохлора (табл.6, №7) шоколадного цвета. Они представляют собой кубооктаэдры, сильно уплощенные вдоль одной из осей четвертого порядка, причем пара наиболее развитых граней куба параллельна главному пинакoidу кристалла замещенного вуоннемита. Обычно пирохлор находится в полостях вместе с флюоритом, кальцитом, анкилитом, натролитом, поздними микроклином и эгирином. Для ультраагпаитовых ассоциаций он нехарактерен, хотя



a



b

Сростки расщепленных кристаллов кафетита на лоренцените. РЭМ-фото: а) ув. 200 $\times$ ; б) ув. 750 $\times$ .

Таблица 6. Химический состав (мас. %) франконита (1) и пирохлора (2–8)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Na <sub>2</sub> O	7.17	5.42	6.61	3.78	5.68	5.02	3.43	4.18
K <sub>2</sub> O	0.65	0.64	0.55	нпо	0.16	0.57	0.06	0.33
CaO	0.92	12.90	12.71	9.45	14.30	11.59	12.00	8.36
SrO		2.65	1.79	3.20	2.99	2.27	3.41	2.86
BaO		0.93	0.43	3.14	0.59	2.46	6.36	7.37
PbO		0.36	нпо	0.12	нпо	0.96	1.37	0.35
MnO	0.27	0.98	нпо	1.34	нпо	нпо	нпо	нпо
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.66	0.72	1.12	0.98	нпо	нпо	нпо	нпо
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		нпо	нпо	нпо	нпо	0.84	0.29	0.19
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.45	0.34	3.35	0.77	0.16	0.91	0.93
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.42	0.71	2.72	0.24	1.76	1.51	0.98
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.05	нпо	0.10	нпо	нпо	нпо	нпо
SiO <sub>2</sub>		5.09	4.75	4.46	нпо	нпо	нпо	нпо
TiO <sub>2</sub>	1.79	5.98	5.88	3.90	7.07	5.78	4.79	8.82
ThO <sub>2</sub>		нпо	0.37	0.80	нпо	0.68	1.03	0.53
UO <sub>2</sub>		0.42	0.94	0.29	5.31	2.04	0.49	0.32
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	68.82	54.88	54.47	56.00	60.79	60.11	59.28	58.80
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.93	1.69	1.13	0.24	0.44	1.60	0.63	0.58
F	не опр	не опр	не опр	не опр	не опр	3.57	0.72	2.84
-O=F <sub>2</sub>						-1.50	-0.30	-0.67
<b>Сумма</b>	<b>83.21</b>	<b>93.58</b>	<b>91.80</b>	<b>94.14*</b>	<b>98.34</b>	<b>97.91</b>	<b>95.98</b>	<b>96.77</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.13, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.14.  
Источники: 2–4 — Яковенчук и др., 1999; 1, 5–8 — данные настоящей работы.  
1 — «Илеритовое»

в одном из пегматитов Содового кваршлага в массе термонатрита нами обнаружены зерна до 1 мм ярко-желтого пирохлора, обогащенного ураном (табл. 6, №5). В целом для кукисвумчоррского пирохлора характерно заметное преобладание Ca и Na среди крупных катионов (обычно Ca>Na), а из примесей главными являются Sr, Ba, LREE и U. В.Н.Яковенчук с соавторами (1999) отмечено замещение кристаллов пирохлора по граням «паркетным» агрегатом вуориярвита-К.

**Кафетит CaTi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·H<sub>2</sub>O** найден Ю.П.Меньшиковым в натролитовой жиле, вскрытой выработкой гор. +252 м. Здесь в бесцветный и розоватый натролит вырастают коричневые длиннопризматические кристаллы лоренценита, эгирина и титанита. Основное количество кафетита находится на корродированной поверхности и в трещинах лоренценита, который, очевидно, выступает источником Ti. Кафетит (табл.4, №10) образует компактные сферолиты и розетки диаметром до 1 мм, сложенные пластинчатыми кристаллами. Он имеет сильный блеск и окрашен в желтый или бежевый цвета разных оттенков; встречаются почти бесцветные и оранжевые разновидности; на сколе большинства сферолитов наблюдается концентрическая полосчатость, выраженная в чередовании зон разной окраски. В центре сферолита часто можно видеть голубой кристаллик анатаза. Попадаются и выделения кафетита в кавернах натролита, без непосредственного контакта с лоренценитом.

**Гётит**  $\text{FeOOH}$  встречается в виде розеток коричневых тонкопластинчатых кристаллов до 1 мм, вместе с гематитом, халькопиритом, халькозином, ковеллином, сфалеритом, флюоритом нарастающих на пектолит в полостях осевой зоны пегматита, секущего уртиты гор. +252 (Яковенчук и др., 1999). В полостях пегматитового тела «Илеритовое» гётит дает сферолиты и корки, состоящие из игольчатых кристаллов. Также он является одним из компонентов ржаво-бурых охр в зонах, подвергшихся позднегидротермальному изменению и/или выветриванию.

**Диаспор**  $\text{AlOOH}$  обнаружен нами в «Илеритовом», в крупных гнездах шестоватого натролита. Он образует табличатые кристаллы до 1 мм бледно-сиреневого цвета, вырастающие в натролит или в агрегаты гиббсита и ассоциирующие с давсонитом и пиритом.

**Бёмит**  $\text{AlOOH}$  найден нами в «Илеритовом», где он дает желтоватые водяно-прозрачные кристаллы (до 1 мм) характерной чечевицеобразной формы. Эти кристаллы и их группы нарастают в полостях на зеленоватый натролит в ассоциации с пиритом, апатитом, кухаренкоитом-(La), амезитом, пиритом.

**Гиббсит**  $\text{Al}(\text{OH})_3$  встречается тоже в «Илеритовом». В массе шестоватого натролита он формирует скопления до 1 см в поперечнике, состоящие из бесцветных шестиугольных табличек (до 1 мм) со блюдом подобной спайностью и перламутровым блеском, обычно имеющих сложное двойниковое строение. Внутри гнезд гиббсита находятся кристаллики диаспора и спутанно-волоконистые обособления давсонита. В мелких полостях натролитизированного содалита найдены прекрасно образованные бесцветные водяно-прозрачные призматические кристаллы гиббсита до 1.5 мм со сложной огранкой, часто сдвойникованные. Для них характерны многочисленные включения пирита.

**Нордстрандит**  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , подобно диаспору и гиббситу, приурочен к участкам шестоватого натролита в «Илеритовом». Он находится здесь в мелких кавернах, иногда заполняя их нацело с образованием гнезд до 5 мм в поперечнике, сложенных агрегатами снежно-белых листочков до 0.3 мм с перламутровым блеском, зачастую изогнутых. Иногда на стенках таких полостей наблюдаются прозрачные бесцветные кристаллы нордстрандита в виде вытянутых пластинок длиной до 0.7 мм и характерные двойники.

## Карбонаты

**Натрит**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  отмечен в одной из пегматитовых жил, секущих уртиты. Он образует прозрачные желтовато-серые выделения размерами до первых сантиметров, заполняющие полости между кристаллами калиевого полевого шпата, содалита, канкринита, эгирина (Яковенчук и др., 1999).

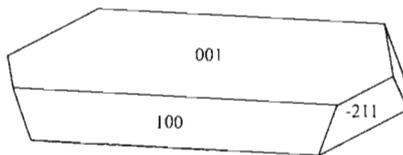
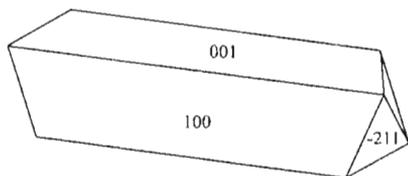
**Термонатрит**  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (фото 8, 22) — главный содовый минерал месторождения. Выделяются две его разновидности — гипогенная (гидротермальная) и гипергенная. Гипогенный термонатрит образует рассеянную вкрапленность и тонкие прожилки в породах, а также гнезда в осевой зоне ультраагпаитовых пегматитовых тел. Обычно такой термонатрит нацело заполняет все свободное пространство, оставшееся после кристаллизации более ранних минералов. Иногда наблюдаются его сростания с тронной, нахколитом, натроном. Термонатрит (табл. 7, №1) дает очень плотные и вязкие тонкозернистые (зерна обычно <0.1 мм) бесцветные, белые, сероватые, желтовато-коричневые или розоватые полупрозрачные агрегаты (Хомяков, 1990). Иногда его скопления по облику напоминают слежавшийся снег. Размеры гнезд этого минерала в пегматитах Содового кварцшлага достигают 30 x 10 см, а протяженность прожилков — нескольких метров при мощности до 2–3 см. Гипергенный термонатрит рыхлый, снежно-белый. Это продукт современного минералообразования в горных выработках и на отвалах, возникающий в результате: 1) взаимодействия нестойких высоконатриевых минералов с атмосферной углекислотой и углекислыми водами; 2) дегидратации натрона  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; 3) растворения и переотложения других карбонатов натрия. Интересен зафиксированный А.П.Хомяковым (1990) феномен очень быстрого — за несколько суток — самопроизвольного перехода на воздухе массивного гипогенного термонатрита в рыхлую разновидность этого же минерала. М.Д.Дорфман (1972) описывает корочки гипергенного термонатрита мощностью до 8 мм на глыбах пород с виллиомитом и первичными содовыми минералами, а также отмечает явление вспучивания и разрывания такой породы (включая поднятый с глубины керн скважин) вследствие кристаллизации термонатрита в микро-

трещинах. Корочки гипергенного термонатрита состоят из сферолитов и сноповидных агрегатов тонкоигольчатых кристаллов. Г.Ю.Иванюк с соавторами (1996) предполагают, что кристаллизация гипогенного термонатрита и других содовых карбонатов связана с выносом натрия из более ранних силикатов, разрушающихся за счет энергии, высвобождающейся при разгрузке тектонических напряжений, связанных со «всплыванием» Хибинского интрузива, продолжающимся и в настоящее время. Этот же механизм предполагается и для объяснения активизации процесса образования гипергенного термонатрита на стенках подземных выработок Кировского рудника перед горными ударами — техногенными землетрясениями, вызванными резким сбросом напряжений в породах после проходки в них шахтных выработок (Иванюк и др., 1996).

**Натрон  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$**  впервые для Хибин был найден П.К.Семеновым в 1946 г в прожилках с виллиомитом, пектолитом и полевым шпатом, вскрытых подземными выработками на Кукисвумчорре (П.К.Семенов, 1959): идентичность свойств «минерала группы соды» П.К.Семенова и натрона показана М.Д.Дорфманом с соавторами (1969). Крупное скопление натрона, представленное хорошо образованными кристаллами, было найдено в декабре 1966 г геологом Ф.М.Онохиным и изучено М.Д.Дорфманом, описавшим этот минерал под названием сода: «...в трахитоидных сфеновых ийолитах в одном из забоев разведочного квершлага 2 горизонта +322 м была вскрыта пустота диаметром около 60 см, пространственно приуроченная к зоне разлома. На северной ее стенке наблюдалась друза прозрачных кристаллов соды. Стенки полости состояли из кристаллов уссингита (??? — прим. авт.) и мелких чешуек лампрофиллита. Кристаллы соды за время транспортировки потеряли прозрачность, в значительной мере перешли в белый порошокатый минерал и поэтому не могли быть измерены даже гониометром... Сода Кукисвумчоррского апатитового месторождения образует короткостолбчатые кристаллы от 1 до 5 см. В свежем виде водяно-прозрачная, бесцветная и напоминает куски льда. Излом раковистый, блеск стеклянный, слегка перламутровый. На воздухе... сода переходит в термонатрит даже за время приготовления иммерсионного препарата...» (Дорфман и др., 1969). Натрон мягче термонатрита, его свежие обособления с поверхности влажные на ощупь. Зернистые обособления бесцветного и сероватого льдоподобного натрона, мономинеральные или же вместе с термонатритом и тронной, нередко заполняют полости в пегматитовых и гидротермальных прожилках с ультраапатитовой минерализацией в зоне, примыкающей к Кукисвумчоррскому разлому. Натрон (табл.7, №2) является здесь самым поздним минералом; ему предшествуют силикаты, шортит, пирсонит, бербанкит, трона, виллиомит и др. (Хомяков, 1990; Яковенчук и др., 1999; данные авторов). Известно, что соединение  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  кристаллизуется лишь при температурах ниже  $32^\circ\text{C}$ . Наиболее вероятно, что образование натрона в полостях пегматитов происходило уже из холодных содовых растворов. Весьма обычен на месторождении и белый порошокатый вторичный натрон, образующийся, обычно в смеси с термонатритом, на стенках выработок и на глыбах пород в отвалах (Дорфман и др., 1969; Дорфман, 1972).

**Нахколит  $\text{NaHCO}_3$**  образует в ультраапатитовых пегматитах зернистые каймы мощностью до 0.5 см серовато-белого цвета вокруг обособлений содалита, находящихся в массе троны (Хомяков, 1990).

**Трона  $\text{Na}_3\text{CO}_3(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  характерна для «солевых ядер» ультраапатитовых пегматитов Кукисвумчорра, хотя и заметно уступает по распространенности термонатриту и натрону. Бесцветные водяно-прозрачные грубошестоватые кристаллы троны (табл.7, №3) длиной до 1 см, а также неограниченные монокристалльные обособления длиной до первых десятков сантиметров и толщиной до 3 см вместе с пирсонитом находятся в зальбандах гнезд, осевые части которых сложены натроном (Хомяков, 1990). В одном из пегматитов Содового квершлага шестоватая бесцветная трона выстилает стенки крупной полости, нарастая на эгирин, полевой шпат и канкрисилит. Внутри ее обособлений заключены гнезда виллиомита, а свободное пространство полости заполнено розовато-коричневым мелкозернистым термонатритом. В других пегматитах Содового квершлага встречаются хорошо ограниченные досчатые и брусковидные прозрачные кристаллы троны (моноклиная симметрия, класс  $2/m$ ) длиной до 2.5 см, образованные гранями  $\{100\}$ ,  $\{001\}$  и  $\{-211\}$  (в структурной установке). Для этих кристаллов типичны включения более ранних эгирина и шортита.



Кристаллы троны. Содовый квершлаг

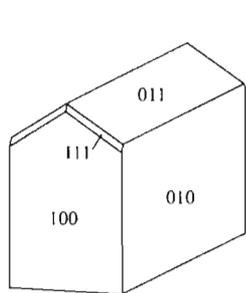
Таблица 7. Химический состав (мас. %) термонатрита (1), натрона (2), троны (3), шортита (4–5), пирссонита (6), кальцита (7–8), родохрозита (9), сидерита (10), доломита (11) и анкерита (12–13)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na <sub>2</sub> O	50.00	21.63	41.28	20.14	19.75	25.64							
CaO				34.42	35.59	23.43	53.83	51.59	9.22	0.01	27.49	27.30	28.49
SrO				0.29	0.18	0.22		0.50					
MgO							0.03			1.04	9.55	4.22	7.92
MnO							0.55	4.18	51.19	3.17	2.42	2.47	2.34
FeO										58.40	14.43	21.56	19.15
CO <sub>2</sub>	35.07	14.94	38.08	46.33	не опр	35.90							
H <sub>2</sub> O	14.53	63.24	19.92			14.86							
<b>Сумма</b>	<b>99.60</b>	<b>99.81</b>	<b>99.28</b>	<b>101.18</b>	<b>55.52</b>	<b>100.05</b>	<b>56.45</b>	<b>56.27</b>	<b>60.41</b>	<b>62.62</b>	<b>53.89</b>	<b>55.55</b>	<b>57.90</b>

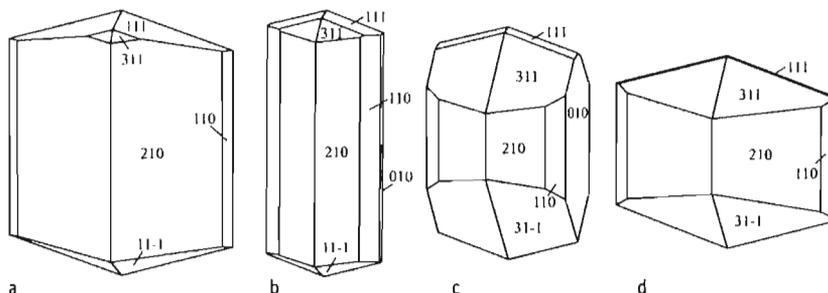
ПРИМЕЧАНИЕ: источники: 1–4, 6 — Хомяков, 1990; 7 — Дорфман и др., 1993; 9–12 — Яковенчук и др., 1999; 5, 8, 13 — данные настоящей работы. 5 — «Нейборитовое»; 7 — «Доннейит-маккельвиитовое»; 8, 13 — «Илеритовое»

**Шортит** Na<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (фото 24, 26) характерен для ультраагпаитовых пегматитов с содовой минерализацией. Впервые для месторождения он был установлен в жилах Содового кваршлага (Хомяков, 1990), где присутствует в виде зеленоватых изометричных обособлений до 7 см в поперечнике, обычно с поверхности покрытых щетками прозрачных кристаллов пирссонита, достигающих 2 см. Эти обособления (табл.7, №4) погружены в массу термонатрита и троны. Иногда яркие желто-зеленые зерна шортита до 1–2 см нарастают на анальцим, ассоциируя с бонштедтитом или сидоренкиком. В пегматитовых жилах, секущих рихсчорриты гор. +252 м, желто-зеленые зерна шортита до 4 см и грубые кристаллы до 1 см тесно ассоциируют с микроклином, канкрисилитом, натролитом, виллиомитом, пирссонитом, тулиокиком, термонатритом, натроном. Здесь же одним из авторов (А.П.) в 1992 г обнаружен совершенный кристалл шортита размерами 5 x 4 x 1.8 мм, выросший в натролит. Этот прозрачный светло-зеленый гемиморфный кристалл (ромбическая симметрия, класс mm2) образован гранями пинакоидов {100} и {010}, моноэдра {00-1}, диэдра {011} и ромбической пирамиды {111}. В осевой зоне «Нейборитового» шортит (табл.7, №5) дает яркие желто-зеленые уплощенные монокристалльные зерна без огранки до 5 см в поперечнике. В их краевых частях практически всегда присутствует черная кайма толщиной до 3–4 мм, насыщенная включениями битуминозного вещества. В тех местах, где обособления шортита выходят в полости, они покрыты щетками прозрачных бесцветных кристаллов пирссонита. Постоянными спутниками шортита в «Нейборитовом» являются также бербанкит, виноградит, бонштедтит и паранатролит.

**Пирссонит** Na<sub>2</sub>Ca(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (фото 27, 28, 30) — один из главных карбонатных минералов ультраагпаитовых гидротермалитов месторождения, обнаруженный здесь впервые для Хибин А.П.Хомяковым в образцах из музея Дома тех-



Кристалл шортита



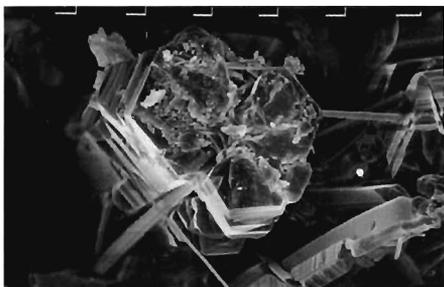
Кристаллы пирссонита: а–с — «Нейборитовое», d — пегматит с натроксалатом



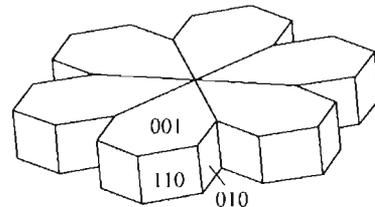
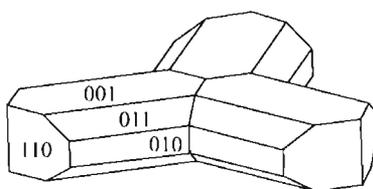
Кристаллы пирссонита. «Нейборитовое». РЭМ-фото: а) ув. 75°, б) ув. 200°, с) ув. 200°.

ники в Кировске. Он был встречен в виде зерен до 1 мм среди термонатрита в ассоциации с виллиомитом, биотитом, пектолитом, эгирином и магнезиоастрофиллитом. Позже пирссонит был найден в мелких полостях и прожилках, а также в зальбандах крупных гнезд в пегматитах, центральная часть которых заполнена содовыми минералами (Хомяков, 1981, 1990). Пирссонит бесцветный, реже желтоватый или зеленоватый, водяно-прозрачный, с сильным стекляннным блеском на гранях; при длительном нахождении в сухом воздухе он мутнеет и белеет. Этот минерал кристаллизуется в полостях позже шортита, обрастая, а иногда и частично замещая его, но раньше троны, термонатрита и натрона. В пегматитах Содового кваршлага призматические кристаллы пирссонита достигают 4 см в длину и нередко пересекают щелевидные полости от одной стенки до другой, а некоторые пустоты нацело заполнены их агрегатами. Очень эффектные штуфы с пирссонитом происходят из пегматитовых жил в рисчорритах гор. +252 м. Здесь бесцветные прозрачные уплощенно-призматические и чечевицеобразные кристаллы этого минерала размером до 1 см образуют в полостях щетки вместе с оранжевыми прозрачными кубиками виллиомита. Именно на таких щетках обнаружены крупные кристаллы натроксалата и тулюокита. Идеально образованные кристаллы и лучшие образцы пирссонита собраны одним из авторов (А.П.) в 1992 г в центральной гидротермально переработанной зоне «Нейборитового». Водяно-прозрачные кристаллы этого минерала имеют здесь размеры до 2.5 x 1.3 x 0.5 см и бывают собраны в щетки площадью до 10 x 6 см, инкрустирующие стенки полостей. Нередко пучки и гроздья кристаллов пирссонита покрыты щетками тонкоигловчатых кристаллов паранатролита. Кристаллы кукисвумчоррского пирссонита (класс симметрии  $mm2$ ) в большинстве своем гемиморфны. Они образованы гранями {010}, {110}, {210}, {111}, {311}, {11-1} и {31-1}, изредка в виде узкого пояса проявлены грани {100}. Наиболее обычны уплощенно-призматические кристаллы, но встречаются и короткопризматические индивиды с почти изометричным поперечным сечением.

**Стронцианит  $SrCO_3$**  (фото 29) характерен для позднегидротермальных ассоциаций многих пегматитов (Иванюк и др., 1996), а также совместно с кальцитом образует прожилки в уртигах (Хомяков, 1990). Это типичный минерал сравнительно низкощелочных парагенезисов, кристаллизующийся вместе с флюоритом, анкилитом, доннейитом, минералами группы лабунцовита, и, как правило, после натролита. Несдвойникованные кристаллы стронцианита редки; обычно наблюдаются двойники и тройники по арагонитовому закону. Минерал бесцветный, белый, светло-желтый, бледно-зеленый, розовый, прозрачный до полупрозрачного. Обильные снежно-белые «пушистые» сферолиты стронцианита диамет-



Тройник стронцианита. РЭМ-фото. Ув. 2000°.



Тройники стронцианита. «Илеритовое»

ром до 2 мм, состоящие из очень тонких игл, нарастают на щетки серого натролита в гидротермальной жиле, вскрытой одной из выработок гор. +172 м. Пучки белых расщепленных игл стронцианита длиной до 1.5 мм с шестиугольным сечением, представляющих собой упомянутые тройники, вытянутые вдоль псевдооси 6-го порядка, в большом количестве находятся на поверхности натролитовых псевдоморфоз по крупным ромбододекаэдрам содалита в гидротермально переработанном пегматите в ийолит-уртитях гор. +252 м. В других пегматитах на этом же горизонте тройники стронцианита размерами до 2 мм имеют, наоборот, таблитчатый или чечевицеобразный облик и нередко срastaются между собой гранями псевдобазопинакоида. Наибольшим морфологическим разнообразием отличается стронцианит из полостей «Илеритового». Здесь он дает: 1) плотные сферолиты диаметром до 0.5 мм, нарастающие на эпидимит (табл.8, №2); 2) щеточки мелких грязно-розовых расщепленных кристаллов с включениями торита; 3) бесцветные водяно-прозрачные клиновидные кристаллики до 1 мм (табл.8, №4); 4) снежно-белые иголки, образующие «пушистые» сферолиты диаметром до 0.5 мм и корочки на микроклине и кварце (табл.8, №3); 5) изометричные тройники (до 2 мм) бледно-салатового цвета, образующие «шишки» до 7 мм в ассоциации с эльпидитом, анкеритом, кварцем (табл.8, №6); 6) бесцветные несдвоенные призматические кристаллы до 1 мм, образованные гранями {010}, {001} и {110}; 7) розовые кристаллы до 0.3 мм той же формы, собранные в тройники, напоминающие цветок с шестью лепестками (табл.8, №5); 8) розоватые кристаллы до 1 мм, образованные гранями {010}, {011} {110} и {001}, их простые сердцевидные двойники и «трехлепестковые» тройники, а также разветвленные и сноповидные сростки, тесно ассоциирующие с кухаренкоитом-(La). Химически чистый стронцианит не характерен для Кукисвумчорра: обычно он содержит 1—4 мас.% CaO, а иногда также до 4% BaO и до 2.5% REE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Витерит** BaCO<sub>3</sub> в небольших количествах встречен в полостях гидротермально переработанных пегматитов, секущих уртиты гор. +252 м. В одном из них он дает грубопризматические псевдогексагональные двойники по арагонитовому закону до 2 мм длиной, имеющие серовато-зеленый цвет и обросшие мелкими (до 0.3 мм) дисковидными расщепленными кристаллами витерита второй генерации; в этих же полостях находятся желтый барит, эгирин, кальцит. В другом пегматите почковидные голубовато-зеленые обособления витерита до 2.5 см вместе со сферолитами ярко-розового родохрита и желтыми пластинами барита нарастают на игольчатый натролит. Отмечены и отдельные мелкие сферолиты, образованные пластинками витерита. Для минерала характерна примесь стронция — 1.8—4.5 мас.% SrO (Яковенчук и др., 1999).

**Церуссит** PbCO<sub>3</sub> отмечен в виде бледно-кремовых корочек, состоящих из иголок длиной до 0.1 мм, которые заполняют трещины спайности в галените из микроклин-натролитовой жилы в уртитях гор. +322 м (Яковенчук и др., 1999).

**Кальцит** CaCO<sub>3</sub> (фото 31, 32) — один из самых характерных минералов низкощелочных гидротермальных ассоциаций в пегматитах, а также прожилковых высококальциевых гидротермалитов. В пегматитах с ультраапатитовой минерализацией (виллиомит, содовые карбонаты, расвумит) он практически не встречается. В целом ряде пегматитов кальцит наряду с натролитом (как правило, более ранним) является главным минералом полостей, нередко заполняя их целиком. Хорошо образованные кристаллы кальцита в крупных пустотах достигают 20—25 см. Минерал прозрачен или полупрозрачен, цвет его белый, сероватый, желтоватый, розоватый, наиболее часто встречается бесцветная разновидность. Морфология кукисвумчоррского кальцита необычайно разнообразна и не может быть в полной мере охарактеризована в рамках настоящей работы. Наиболее обычны здесь ромбоэдрические (изометричные и уплощенные), остроскаленоэдрические и пинакоидальные (таблитчатые до пластинчатых) кристаллы, реже встречаются призматические индивиды. Главные формы кристаллов кукисвумчоррского кальцита — ромбоэдры {012}, {021} и {101}, пинакоид {001}, призмы {110} и {100}, скаленоэдр {211}. Большинство наблюдавшихся нами кристаллов образовано различными комбинациями этих форм. М.Д.Дорфман с соавторами (1993), подробно изучившие морфологию крупных секториальных кристаллов (табл.7, №7) из полостей пегматитового тела «Доннейит-маккельвиитовое», отметили на них также грани скаленоэдров {621} и {461}. Двойники кальцита встречаются на месторождении не очень часто. Для «Доннейит-маккельвиитового» характерны двойники срastания по {012} типа «бабочки» (Дорфман и др., 1993), а в высококальциевых гидротермалитах нами наблюдались двойники по {001}. Нередки случаи автоэпитаксии; при этом индивиды второй генерации как правило нарастают в параллельном положении на грани скаленоэдров и ромбоэдров, а также на ребра, в то время как грани пинакоида ранних кристаллов остаются свободными. Во многих случаях кристаллы покрыты фигурами растворения. М.Н.Соколовой отмечены (1965) своеобразные радиально-шестоватые сферолиты кальцита из полевошпат-содалит-натролитовой жилы в мельтейгитах. Как правило, кальцит кукисвумчоррских гидротермалитов содержит очень небольшое количество примесей — редко более 1—1.5 мас.% MnO или FeO. Лишь в

Таблица 8. Химический состав (мас. %) стронцианита (1–6), виверита (7–8), баритокальцита (9–11) и тулиокита (12)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	0.18	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо				0.19	0.39	17.9
CaO	3.98	0.94	3.71	0.82	2.30	3.75	0.56	0.40	18.64	18.18	17.56	0.1
SrO	55.80	66.81	64.61	69.01	62.95	63.18	4.50	1.78			0.57	
BaO	3.90	0.60	2.36	нпо	2.84	2.45	73.74	75.43	52.83	49.78	52.77	14.6
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.23	0.44	0.95	1.15	нпо						
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.90	0.58	1.53	1.04	нпо						
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.21	нпо	0.40	нпо	нпо						
Сумма	63.86	69.69	71.70	72.71	70.28	69.38	78.80	77.61	71.47	68.15	71.29	71.3*

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.4; ThO<sub>2</sub> 24.3, H<sub>2</sub>O 14.0.

Источники: 9 — Хомяков, 1990; 12 — Яковенчук и др., 1990; 1, 7, 8, 10 — Яковенчук и др., 1999; 2–6, 11 — данные настоящей работы. 2–6 — «Илеритовое»

полостях «Илеритового» встречены седловидно изогнутые таблички бесцветного Mn-кальцита (табл. 7, №8), ассоциирующие с неискаженными кристаллами бесцветного же кальцита, практически не содержащими примесей.

**Родохрозит MnCO<sub>3</sub>** в небольших количествах встречен в нескольких маломощных жилах, вскрытых выработками гор. +252 м. Обычно он дает розовые до красных кристаллы до 2.5 мм, образованные гранями ромбоэдра {101} и призмы {110}, которые нарастают на натролит, эгирин, полевой шпат (Хомяков, 1990; данные авторов). В ассоциации с виверитом, баритом, стронцианитом и бербанкитом встречены малиновые сферолиты родохрозита до 1 мм в диаметре. Необычный светло-зеленый Ca-содержащий родохрозит (табл. 7, №9) в виде ромбоэдров до 1 мм установлен в натролит-микроклиновых прожилках. Красные скаленоэдры этого минерала до 4 мм нарастают на виноградовит, вуориярвит и кальцит в натролит-микроклиновой жиле (Яковенчук и др., 1999).

**Сидерит FeCO<sub>3</sub>** отмечен в натролит-кальцитово-уртитовой жиле, секущей уртиты гор. +252 м. Он находится в виде сростков (до 3 мм) бледно-коричневых, зачастую расщепленных ромбоэдров (Яковенчук и др., 1999).

**Доломит CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** присутствует вместе с анкеритом в полостях содалит-микроклинового прожилка, секущего уртиты гор. +252 м. Эти два карбоната образуют здесь визуально неразличимые светло-коричневые ромбоэдры до 2 мм, ассоциирующие с кварцем, эпидидимитом, вуориярвитом, кальцитом, карбоцернаитом, доннейитом. В работе В.Н.Яковенчука с соавторами (1999), где описана эта ассоциация, приведены два анализа «анкерита», один из которых действительно отвечает анкериту (Fe>Mg) — табл. 7, №12, а второй — высокожелезистому доломиту (Mg>Fe) — табл. 7, №11. А.П.Хомяковым (1990) упоминаются полевошпат-доломитовые прожилки с доннейитом.

**Анкерит CaFe(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** отмечен В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) в содалит-микроклиновом прожилке, — см. описание доломита. Нами этот минерал в существенных количествах обнаружен в полостях «Илеритового», где он дает бесцветные и серовато-зеленоватые кристаллы до 2 мм, образованные гранями ромбоэдра {101}. Они часто собраны в сростки, образуют щетки, выстилающие стенки полостей. С анкеритом тесно ассоциируют кальцит, кварц, анатаз, доннейит, синхизит-(Ce), анкилит-(Ce), бербанкит, мусковит, гизингерит. Минерал содержит существенную примесь Mg и немного Mn (табл. 7, №13).

**Баритокальцит BaCa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** (фото 33, 34) впервые для Хибин обнаружен одним из авторов (А.П.) на Кукисвумчорре и изучен А.П.Хомяковым. Эта находка (табл. 8, №9) представляет собой ярко-желтые табличчатые кристаллы до 3 мм, нарастающие на друзовый натролит во флюорит-кальцит-натролитовых гнездах среди уртиты (Хомяков и др., 1990). Желтые удлиненные таблички баритокальцита до 1 см нарастают на натролит в полостях прожилка, секущего ийолит-уртиты гор. +252 м. Одни из лучших в мире образцов баритокальцита были найдены в 1989 г в пегматитовой жиле мощностью до 40 см (в раздуве),

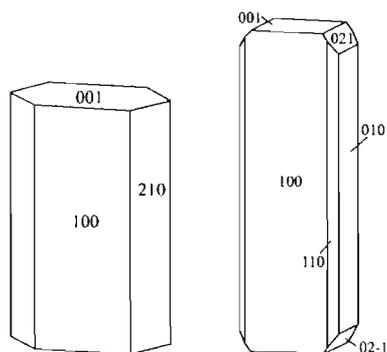
Таблица 9. Химический состав (мас. %) карбоцернаита (1–2), бербанкита (3–10), ремондита-(Ce) (11) и ремондита-(La) (12)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	5.67	5.78	14.30	7.83	10.61	11.06	11.91	11.62	7.71	13.20	15.53	12.84
K <sub>2</sub> O		0.15		0.09	нпо	нпо	0.37	нпо	0.06	0.04	0.54	1.54
CaO	12.60	8.98	5.40	2.64	6.96	3.40	0.55	2.65	3.46	1.30	3.46	2.33
SrO	20.20	17.08	25.99	22.92	33.73	33.01	19.68	33.70	22.54	24.65	14.68	14.66
BaO	3.84	нпо	7.06	16.11	7.92	3.62	11.15	1.65	8.04	1.41	4.99	6.34
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.28	нпо		0.57	0.43	0.21	0.71	нпо	0.65	Нпо	
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.28	9.26	5.01	9.71	2.94	4.65	14.13	7.56	5.02	6.05	9.21	18.01
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.83	15.51	7.07	8.15	5.74	7.45	10.11	8.17	12.22	14.00	13.19	12.22
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.70	0.92	нпо	нпо	0.45	0.75	нпо	0.61	1.15	1.46	1.20	Нпо
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.01	4.51	0.58	0.79	1.36	2.02	0.55	1.32	5.33	3.14	2.26	0.86
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.41	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.10	0.10	нпо	Нпо	Нпо
ThO <sub>2</sub>		3.74			нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.47	
<b>Сумма</b>	<b>67.23</b>	<b>66.62</b>	<b>65.41</b>	<b>68.24</b>	<b>70.28</b>	<b>66.39</b>	<b>68.66</b>	<b>68.09</b>	<b>65.63</b>	<b>65.90</b>	<b>65.53</b>	<b>68.80</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: источники: 3 — Хомяков, 1990; 5–8 — Пехов, 1997; 1, 4, 12 — Яковенчук и др., 1999; 2, 9–11 — данные настоящей работы. 6 — «Макинавитовое»; 8 — «Нейборитовое»; 9 — «Кукисвумитовое»; 10 — «Илеритовое»

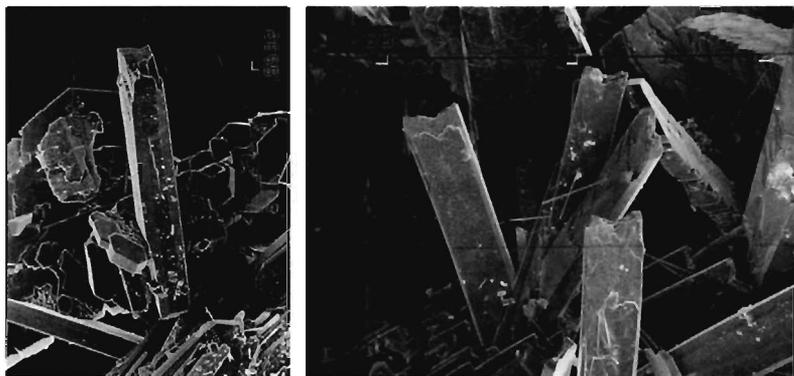
секущей уртиты гор. +322 м на Юкспорском крыле Кировского рудника. Жила сложена в основном микроклином, эгирином и содалитом с подчиненными количествами биотита, натролита, апатита, ринкита, пектолита. В полостях находятся астрофиллит, баритолампрофиллит, флюорит, анкилит, барит и баритокальцит (табл. 8, № 11). Последний дает уплощенно-призматические и таблитчатые ярко-желтые со стекляннным блеском прозрачные кристаллы до 6 см и их сростки (Яковенчук и др., 1999; наши данные). Кристаллы кукисвумчорского баритокальцита (моноклинная симметрия, класс 2/m) уплощены вдоль [100] и вытянуты перпендикулярно плоскости ab. Они образованы гранями {210}, {100} (пояс призмы) и {001} (головка). Кристаллы зачастую расщепленные, грани {100} исштрихованы и искривлены. Химический состав минерала близок к идеальному.

**Карбоцернаит** (Ca,Na)(Sr,REE)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (фото 35) на Кукисвумчорре впервые был отмечен в полостях стронцианит-кальцитовых прожилков, секущих уртиты, где образует белые и светло-кремовые тонкоигольчатые кристаллы длиной

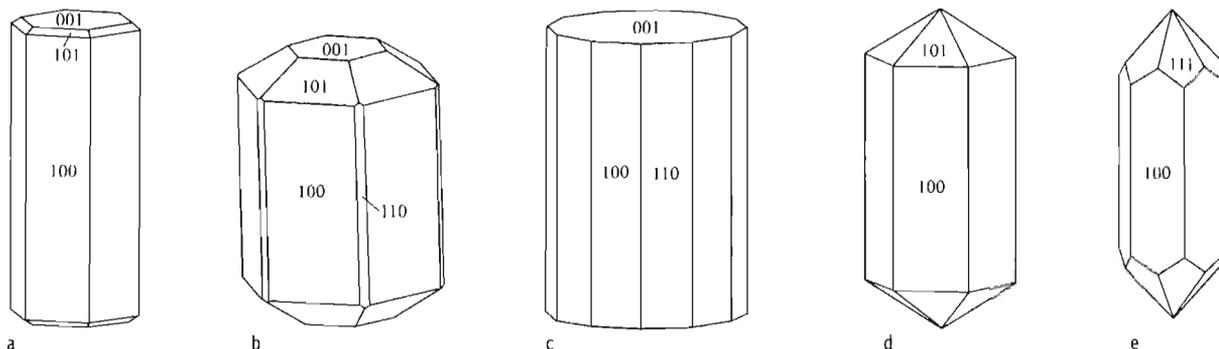


Кристалл баритокальцита

Кристалл карбоцернаита. «Илеритовое»



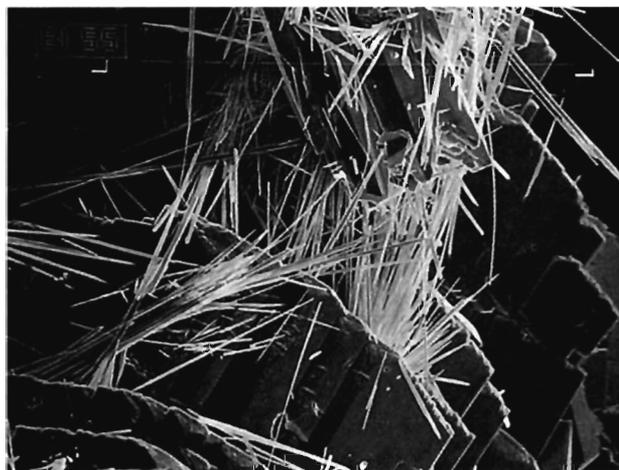
Кристаллы карбоцернаита. «Илеритовое». РЭМ-фото: а) ув. 1000<sup>x</sup>, б) двойники (?) — ув. 500<sup>x</sup>.



Кристаллы бербанкита: а — типичный; б — полногранный, из Содового кваршлага; с — «Нейборитовое»; д-е — «Кукисвумитовое»

до 1 мм, нарастающие на Мп-кальцит, кварц и анкерит (Хомяков, 1990). В кварц-содалит-микроклиновом прожилке, секущем уртиты гор. +252 м, карбоцернаит дает в пустотках коричнево-серые призматические кристаллы, образованные гранями {100}, {010}, {001}, {110} и {021} (симметрия ромбическая, класс  $mm2$ ; вероятно, на нижних головках присутствуют также грани {00-1} и {02-1}, — прим. авт.). Они ассоциируют с вуориярвитом, кальцитом, анкеритом и доннейитом (Яковенчук и др., 1999). В полостях «Илеритового» карбоцернаит обнаружен нами в существенных количествах. Его светло-коричневые (цвета кофе с молоком) и бесцветные прозрачные призматические до игольчатых кристаллы, достигающие в длину 3 мм, образованы комбинациями тех же граней. Здесь обычны простые двойники с плоскостью срастания (010) и грубыми головками, напоминающие ласточкин хвост или мотовильце для ниток. Некоторые бесцветные водяно-прозрачные индивиды содержат в ядре молочно-белый фантомный кристалл. Сrostки кристаллов карбоцернаита, в том числе параллельные и сноповидные, находятся на щетках голубовато-зеленоватого позднего микроклина в тесной ассоциации с ненадквичитом, синхизитом-(Ce), бербанкитом, анатазом, кальцитом, кварцем, доннейитом. Химические анализы разных образцов карбоцернаита Кукисвумчорра рассчитываются на формулы, близкие к  $(NaCa)(SrREE)(CO_3)_4$ ; минерал из содалит-микроклинового прожилка, изученный В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) — табл.9, №1, имеет следующие соотношения катионов:  $Ca > Na$  и  $Sr > \Sigma REE$ . Для кристаллов из «Илеритового» (табл.9, №2) наблюдается обратная картина:  $Na > Ca$  и  $\Sigma REE > Sr$ .

**Бербанкит**  $(Na,Ca)_3(Sr,REE,Ba,Ca)_3(CO_3)_5$  (фото 36) достаточно широко распространен в пегматитах и гидротермалитах месторождения, от ультраапатитовых до сравнительно низкощелочных. В отличие от карбонатитов восточной части Хибин, где это ранний высокотемпературный минерал, на Кукисвумчорре бербанкит приурочен к позднегидротермальным парагенезисам и чаще всего кристаллизуется в полостях. Его индивиды здесь достигают 3 x 1 см, а их морфология, окраска и химический состав широко варьируют. Минерал неоднократно изучался (Хомяков, 1990; Яковенчук, 1995; Пеков, 1997; Пеков, Беловицкая, 1999; Беловицкая и др., 2000а).



Волосовидные кристаллы бербанкита на микроклине. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 1000 $\times$ .

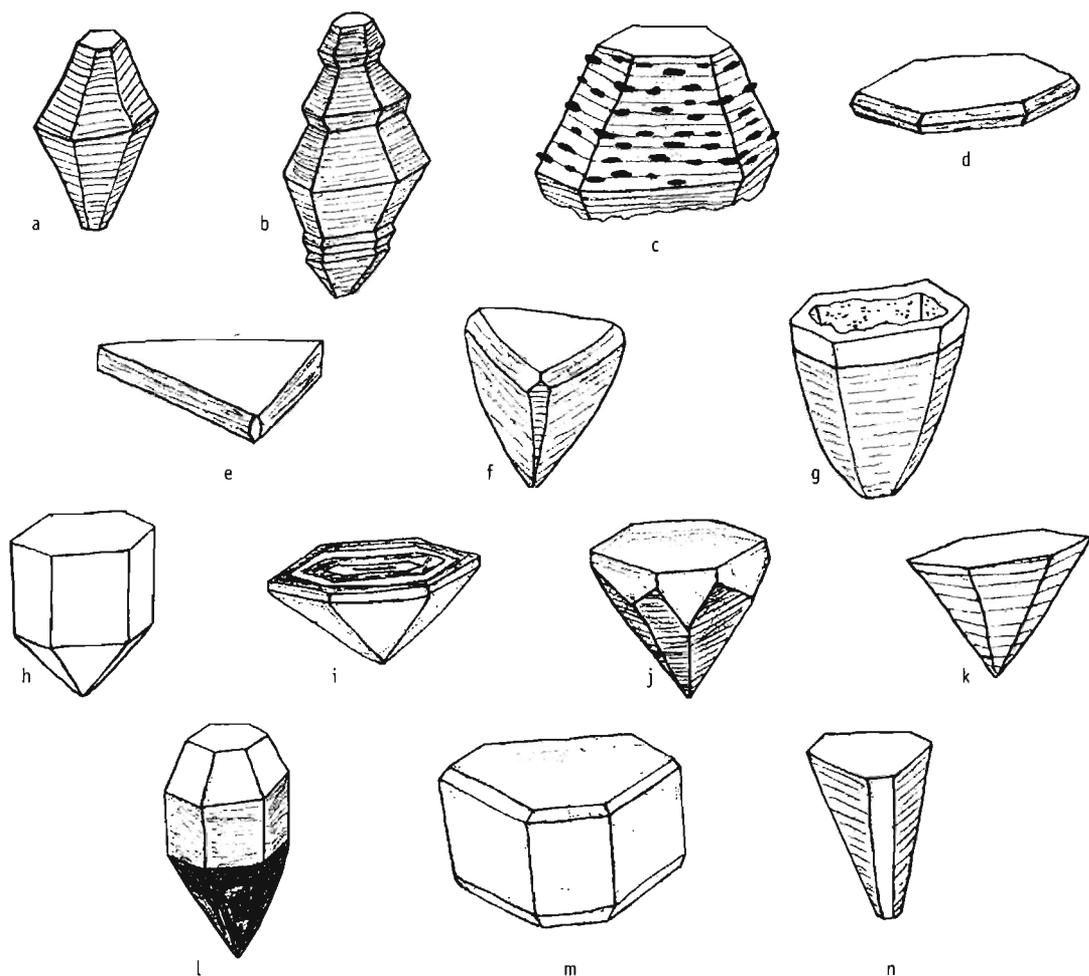
В пегматитовой жиле, секущей апатит-титанитовые породы гор. +252 м, обнаружены тонкозернистые обособления до 1 см, сложенные агрегатами бербанкита, ильменита, пирита, кальцита и магнетита (Яковенчук и др., 1999). В одном из тел Содового кваршлага водяно-прозрачные ярко-желтые зерна бербанкита (табл.9, №5) до 4 мм вместе с пирсонитом, виллиомитом и тронной погружены в массу термонаритра, заполняющую гнезда в эгирин-содалит-натролитовом ядре пегматита. Кристаллы бербанкита (гексагональная симметрия, класс  $6/mmm$ ), образованы различными комбинациями граней {100}, {110}, {101} и {001}, изредка присутствует также форма {111}. Из термонаритровых гнезд

пегматитов Содового кварцлага происходят хорошо ограненные зеленовато-коричневые кристаллы бербанкита (до 1 см), ассоциирующие с зеленым сфалеритом и треной. В ультраагпаитовом пегматитовом прожилке, секущем гнейсовидные нефелиновые сиениты гор. +252 м, высоконатриевый и высоколантановый бербанкит (табл.9, №7) дает пучки и сферолиты, состоящие из бесцветных призмочек длиной до 2 мм, нарастающие на ромбододекаэдры содалита в ассоциации с лампрофиллитом, эгирином, натролитом, пектолитом, пиррсонитом, виллиомитом и термонатритом. В «Нейборитовом» зеленовато-бурые и винно-желтые кристаллы бербанкита (табл.9, №8) до 1.5 x 1 см, представляющие собой двенадцатигранные призмы с плоскими головками, сростаются с шортитом. В «Макинавитовом» распространены бледно-зеленые и желтовато-сероватые грубопризматические кристаллы бербанкита (табл.9, №6) с продольной штриховкой, вросшие в натролит или нарощие на его шетки и ассоциирующие с пектолитом, аннитом, расвумитом, макинавитом. Форма их различна — от коротких призм, самые крупные из которых достигают 1 x 0.7 см, до тонких иголок длиной до 1 см. Две морфологических разновидности бербанкита встречены в полостях «Кукисвумитового». Первая (табл.9, №9) представлена одиночными бесцветными призмами длиной до 1 мм с острыми головками, похожими на оточенные карандаши, которые нарастают на оранжевый лабунцовит; они образованы гранями {100} и {111}. Кристаллы другого типа, на которых присутствуют грани {100} и {101}, дают здесь радиально-лучистые сростки на эгирине в ассоциации с доннейитом, апатитом и кукисвумитом. Эти кристаллы длиной до 1 мм бесцветны, водяно-прозрачны, лишь их головки мутные, покрыты белой коркой. В «Илеритовом» установлена необычная морфологическая разность бербанкита — снежно-белые ватоподобные скопления (до 5 мм) и сферолиты (до 3 мм) в полостях, сложенные изогнутыми волосовидными кристалликами (табл.9, №10), достигающими 1 мм в длину. В некоторых пегматитах наблюдается замещение бербанкита анкилитом. Химический состав минерала широко варьирует. В целом можно отметить существенную обедненность кукисвумчоррского бербанкита Ca (0.5–7 мас.% CaO) при повышенных содержаниях Sr (20–34% SrO) и REE (до 25% REE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

**Ремондит-(Ce)**  $\text{Na}_3(\text{Ce,La,Sr,Ba})_3(\text{CO}_3)_5$  установлен нами в полостях небольшого пегматита, где он в виде многочисленных желтоватых плотных сферолитов (табл.9, №11) диаметром до 0.2 мм нарастает на поверхность эгирин-полевошпатовых шеток вместе с лоренценитом, широкшинитом, куплетскитом, галенитом и др.

**Ремондит-(La)**  $\text{Na}_3(\text{La,Ce,Sr,Ba})_3(\text{CO}_3)_5$  описан недавно как новый минерал в ультращелочном пегматите горы Коашва в юго-восточной части Хибинского массива (Пеков и др., 2000b). На Кукисвумчорре В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) отмечены зеленовато-желтые зональные сферолиты «бербанкита» до 3 мм в диаметре, сложенные призматическими кристаллами и ассоциирующие со стронцианитом, кальцитом и баритом в натролит-микроклиновом прожилке, секущем уртиты гор. +252 м. Этими исследователями приведен химический состав разных частей кристаллов. Для одной из зон он действительно соответствует бербанкиту (табл.9, №4), а для другой — ремондиту-(La) (табл.9, №12), отвечая формуле:  $(\text{Na}_{2.78}\text{Ca}_{0.07})_{\Sigma 2.85}(\text{La}_{0.76}\text{Ce}_{0.51}\text{Nd}_{0.04}\text{J}_{\Sigma 1.31}\text{Sr}_{0.97}\text{Ba}_{0.28}\text{K}_{0.23}\text{Ca}_{0.21})_{\Sigma 3.00}(\text{CO}_3)_5$ .

**Доннейит**  $(\text{Sr,Ba})(\text{Na,REE,Ca})(\text{CO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (фото 15, 37, 38, 40, 44, 106) встречен в составе позднегидротермальных ассоциаций многих пегматитов. Он кристаллизуется в полостях и находится в парагенезисе с бесщелочными и низкощелочными минералами — кальцитом, баритом, стронцианитом, апатитом, пирохлором, анкилитом и др.; в ультраагпаитовых образованиях не отмечался. Кроме Кировского рудника, нигде в Хибинах доннейит не установлен. Впервые этот минерал был найден здесь одним из авторов (А.П.) в 1980 г и изучен А.П.Хомяковым (1990). Доннейит на Кукисвумчорре представлен двумя модификациями — триклинной и тригональной (табл.10, №№1–3); их кристаллические структуры впервые решены именно на этих образцах. Тригональная модификация (симметрия  $R\bar{3}$ ) имеет полностью неупорядоченное распределение атомов Na, Ca и редкоземельных элементов (включая Y) в структуре, а в триклинном доннейите (P1) эти катионы частично упорядочены. Корректная идеализированная формула обеих модификаций имеет вид:  $(\text{Sr,Ba})(\text{Na,REE,Ca})(\text{CO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Trinh Thi *et al.*, 1984; Хомяков, 1990), а не  $\text{Sr}_3\text{NaCaY}(\text{CO}_3)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , как это предполагалось ранее по аналогии с родственным велоганитом  $\text{Sr}_3\text{Na}_2\text{Zr}(\text{CO}_3)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (Chao *et al.*, 1978). В свете этого более верным представляется называть минерал доннейитом, а не доннейитом-(Y), учитывая, что в большинстве случаев  $\text{Na} > \Sigma\text{REE}$ . Согласно нашим данным, триклинная модификация распространена на Кукисвумчорре существенно шире тригональной. Впервые доннейит, представленный обеими модификациями, был найден в полостях кальцитовых и полевошпат-доломитовых прожилков с натролитом, анкилитом и кварцем, где он дает прекрасно образованные кристаллы до 3 мм. Независимо от симметрии истинной, они имеют тригональную (класс  $3m$ ) внешнюю симметрию. Здесь попадаются сложнопостроенные кристаллы тригонального доннейита. По данным Г.И.Дороховой и А.П.Хомякова, их нижняя часть (мутная, серовато-или



Реальные кристаллы **минералов группы маккельвиита** Кукисвумчоррского месторождения: а-і — доннейит, j-k — эвальдит, l-n — маккельвиит; а-г — «Илери-товое», h — «Кукисвумитовое», m — пегматит с лемилейнитом-Ва; с — кристалл с нарощими мелкими индивидами доннейита 2-й генерации, g — пустотелый скелетный кристалл, i — кристалл с концентрической зональностью окраски на грани {001}, l — кристалл со сменой зон вдоль удлинения: нижняя часть коричневая, средняя — светло-кофейная, верхняя — бесцветная прозрачная. Рисунок И.Пекова.

желтовато-белая, слагает основной объем кристалла) образована гранями гексагональной призмы {110} и пяти пирамид — {11-1}, {11-2}, {11-3}, {11-4} и {11-5}, а верхняя (ярко-желтая прозрачная) — гранями тригональной пирамиды {105}, дитригональной пирамиды {112}, гексагональной призмы {110} и моноэдра {001}. Между нижней и верхней частями кристалла проходит четкая плоскость раздела, параллельная {001}, что позволяет предположить эпитаксию тригонального доннейита на грани {001} гипотетической гексагональной «прото-модификации» (возможно, со структурой тела эвальдита), впоследствии претерпевшей полиморфный переход в тригональный доннейит (Хомяков, 1990; Чинь Тхи и др., 1992). Кроме того, Г.И. Дороховой и А.П. Хомяковым изучены кристаллы триклинного доннейита. Они имеют четкую тригональную внешнюю симметрию (параморфоза?) и образованы гранями, которые в псевдотригональной установке можно представить как моноэдр {001}, дитригональную пирамиду {4.1.24}, гексагональную призму {110} и гексагональные пирамиды {111}, {112}, {113} и {11-9}.

В.Н. Яковенчуком с соавторами обнаружены интересные параллельные (эпитаксические) сростки доннейита с бариевыми членами семейства — эвальдитом и маккельвиитом. Доннейит в них представлен скелетными кристаллами, заключенными внутри индивидов маккельвиита или эвальдита (Яковенчук, 1995; Яковенчук и др., 1996, 1999) — табл.10, №№4,6). Одним из авторов настоящей работы (И.П.) охарактеризованы эпитаксические сростки другого типа, в большом количестве обнаруженные в полостях пегматитового тела «Доннейит-маккельвиитовое». Они имеют форму грибочка (до 5 мм), «нож-

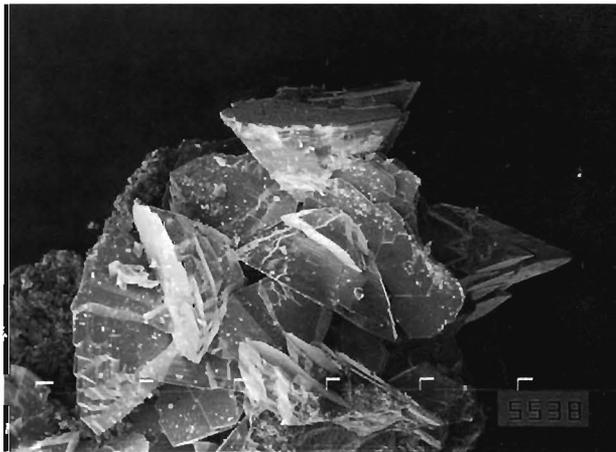
Таблица 10. Химический состав (мас. %) доннейита

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> O	3.87	4.95	5.88	4.23	5.55	3.51	4.4	3.7	3.37	5.36	6.76
K <sub>2</sub> O									0.36	0.22	0.65
CaO	2.62	3.71	2.56	4.21	5.44	6.31	3.0	5.7	4.35	4.28	4.00
SrO	23.73	25.25	20.90	16.90	30.26	18.14	14.3	28.6	24.24	24.60	9.24
BaO	1.46	4.69	5.50	14.93	5.07	23.16	18.0	0.7	13.09	10.32	11.21
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.13	9.19	7.85	7.62	6.08	8.98	9.6	9.7	10.08	9.91	нпо
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.17	4.81	7.27	2.42	1.04	0.08	4.4	3.1	2.24	1.90	11.22
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.33	6.10	9.01	3.36	0.86	0.21	3.5	2.6	3.80	2.77	15.33
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.69	0.28	0.54	0.27	нпо	нпо	0.1	0.3	0.67	0.43	0.75
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.70	1.74	2.31	1.01	0.57	0.35	0.7	0.8	1.07	0.71	3.01
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0.35	1.17			0.8			
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0.20			0.2				
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.45	1.02	0.78	0.59	2.46	0.63	1.3	1.2	нпо	нпо	нпо
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.55	1.05	0.85	1.15	1.50	1.18	0.6	1.1	нпо	нпо	нпо
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	0.43	0.32	0.42	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.87	0.71	0.47	0.88	0.56	0.71	0.5	0.2	нпо	нпо	нпо
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.36	0.56	0.42	0.26	0.60	0.17	нпо	0.3	нпо	нпо	нпо
ThO <sub>2</sub>									0.54	0.35	нпо
<b>Сумма</b>	<b>63.93</b>	<b>64.06</b>	<b>64.34</b>	<b>58.95*</b>	<b>61.48</b>	<b>63.85</b>	<b>60.6</b>	<b>58.8</b>	<b>64.08*</b>	<b>60.85</b>	<b>62.17</b>

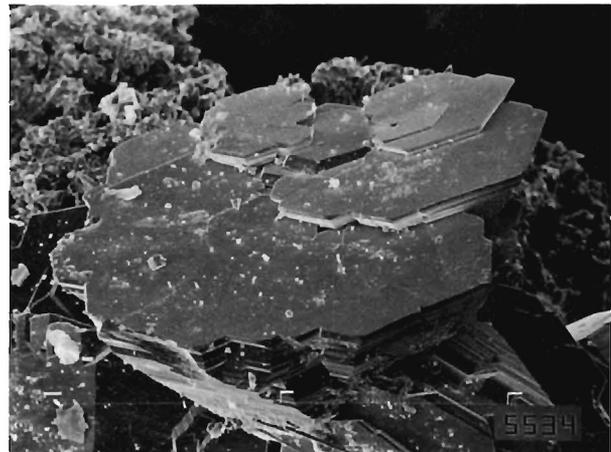
ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 4 — Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.14; 9 — UO<sub>2</sub> 0.27.

Источники: 1–3 — Хомяков, 1990 (1 — триклинный, 2–3 — тригональный); 7–8 — Пеков, 1998; 4 — Иванюк и др., 1999; 5–6 — Яковенчук и др., 1999; 9–11 — данные настоящей работы. 6, 7 — «Доннейит-маккельвиитовое»; 8 — «Кукисвумитовое»; 9, 10 — «Илеритовое»

ка» которого представлена вытянутым пирамидальным кристаллом маккельвиита (табл.11, №3), а нарастающая на нее «шляпка» — толстотаблитчатым моноэдрически-пирамидальным кристаллом доннейита — табл.10, №7 (Пеков, 1997, 1998). По форме кристаллы доннейита чаще всего псевдогексагональные или псевдотригональные, практически всегда гемиморфные, имеют форму шести- или треугольных пирамид, ограниченных гранями одного или двух моноэдров. Нередки изометричные псевдотетраэдрические кристаллы, иногда встречаются шестигульные дипирамиды. Идеально образованные гладкогранные кристаллы редки, гораздо чаще наблюдаются несовершенные, искривленные, расщепленные, блоково-мозаичные индивиды, подчас с грубой штриховкой на гранях, параллельной ребрам моноэдра {001}. Обычны кристаллы со сложно скульптурированными и выпуклыми гранями, напоминающие по форме кубок или бутон гвоздики, нередко конические, бочонкообразные, шишко- и веретеноподобные индивиды. На ребрах и гранях кристаллов очень часто в изобилии нарастают (обычно в параллельном положении) мелкие округлые или уплощенные индивиды доннейита второй генерации. В.Н.Яковенчуком с соавторами отмечены находки зеленовато-серых пирамидальных мозаичных кристаллов доннейита (до 5 мм) с лабунцовитом, виноградовитом, эвальдитом, кухаренкоитом-(Се) в одном натролит-эгириин-микроклиновом прожилке и желтых веретеновидных кристаллов (до 7 мм длиной) с лоренценитом, виноградовитом и пирохлором — в другом (Яковенчук и др., 1999). В «Кукисвумитовом» прекрасно ограненные водяно-прозрачные лимонно-желтые и бесцветные кристаллы доннейита (табл.10, №8) до 1 мм, по форме напоминающие короткий оточенный карандаш, нарастают на эгириин и кальцит, ассоциируя с лабунцовитом, апатитом, флюоритом, кукисвумитом, бербанкитом. В небольшом пегматитовом прожилке, секущем ийолит-уртиты гор. +252 м, бесцветные прозрачные кристаллы (до 1 мм) доннейита, нарас-

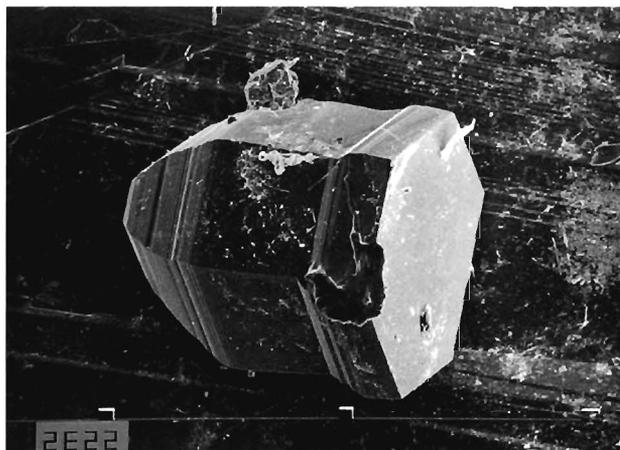


а

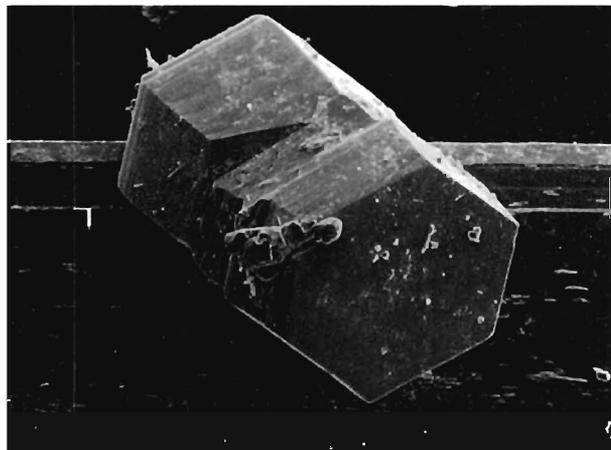


б

Пирамидальные кристаллы **доннейита** на микроклине. «Илеритовое». РЭМ-фото: а) ув. 200 $\times$ , б) ув. 500 $\times$ .



а



б

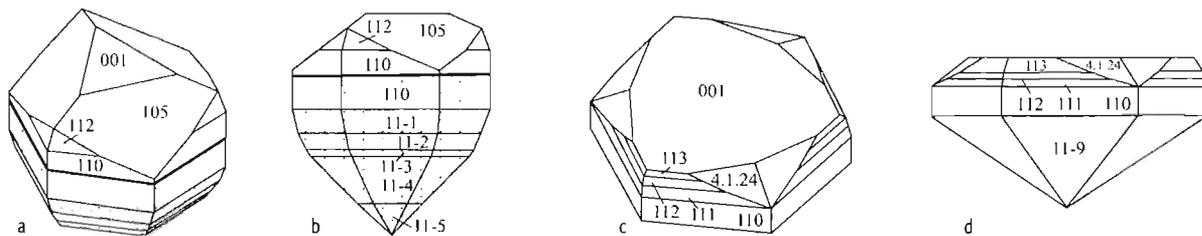
Кристаллы **доннейита** на эгирине. «Кукисумитовое». РЭМ-фото: а) ув. 500 $\times$ , б) ув. 500 $\times$ .



Кристаллы **доннейита**. «Доннейит-Маккельвиитовое». РЭМ-фото. Ув. 150 $\times$ .



Параллельный сросток **маккельвиита** (пирамидальный кристалл с тонкой штриховкой) с **доннейитом** («шляпка»). «Доннейит-Маккельвиитовое». РЭМ-фото. Ув. 200 $\times$ .



Кристаллы **доннейита**: а–b — тригональная модификация (аксонометрическая и ортогональная проекции), с–d — триклинная модификация (аксонометрическая и ортогональная проекции); по А.П.Хомякову и Г.И.Дороховой

тающие в пустотках на призматический кальцит, образованы гранями двух разнонаправленных треугольных псевдопирамид и моноэдра {001}. В другой жиле встречены нарастающие на натролит, кальцит и пирит уплощенные кристаллы до 1.5 мм, образованные главным образом гранями тупой шестиугольной псевдопирамиды и моноэдра, на котором видна ритмичная концентрическая полосчатость, выраженная в чередовании мутных бледно-желтых и прозрачных светло-лимонных зон. В полостях эгирин-содалит-микротинового пегматита с широкшинитом, куплетскитом, натролитом встречены серые длиннопризматические расщепленные кристаллы доннейита (табл.10, №11) до 8 x 1 мм, содержащие участки маккельвиитового состава (табл.11, №7). Самые значительные скопления и лучшие образцы доннейита обнаружены в полостях пегматитовых тел «Доннейит-маккельвиитовое» и «Илеритовое». В «Доннейит-маккельвиитовом», кроме уже упоминавших сростков-«грибочков» и скелетных индивидов, заключенных внутри маккельвиита, нередко изометричные, чаще всего псевдотетраэдрические грубые кристаллы до 5 мм желтого цвета, в изобилии нарастающие вместе с кальцитом на щетки бледно-оранжевого натролита. В «Илеритовом» триклинный доннейит является главным редкоземельным карбонатом и отличается значительным разнообразием морфологии и окраски. Так, в тесной ассоциации с анкеритом, анатазом, анкилитом-(Ce), синхизитом-(Ce), бербанкитом, призматическим кальцитом, гизингеритом на стенках полостей находятся пирамидальные и таблитчатые прозрачные кристаллы желтого и зеленовато-желтого доннейита (табл.10, №9) до 8 x 6 мм. Обычно они образованы гранями шестиугольных псевдопирамид и одного или двух моноэдров. Грани {001} шестиугольных табличек нередко расщеплены, и тогда возникают эффектные «розы». Встречаются скелетные гранные формы: такие кристаллы имеют воронковидный облик, обычно с множеством мелких индивидов того же минерала внутри «воронки». Желтый доннейит иногда дает щетки площадью до 2 x 1 см. Здесь же попадаются его кристаллы в форме треугольных табличек и псевдотетраэдров, а также желтовато-оливковые с жирным блеском на изломе массивные выделения (табл.10, №10) до 1.5–2 см в поперечнике. Для полостей с эпидимитом, эвдидимитом, эльпидитом, селадонитом, пиритом характерны гексагонально-дипирамидальные бочонковидные кристаллы с равномерно развитыми гранями моноэдров {001} и {00–1}. Они нередко образуют ступенчатые и пагодовидные параллельные сростки с плоскостью срастания {001}. Изредка эти кристаллы прозрачны, желтоватого цвета, чаще же они мутные, с внешней зоной темного серо-зеленого цвета и кирпично-красным за счет мелких включений гематита ядром. На грани «дипирамид» иногда автоэпитаксически нарастают мельчайшие таблички доннейита второй генерации.

Доннейит Кукисвумчорра характеризуется значительными вариациями соотношений Na, Ca, Y и лантаноидов, а также колебаниями Sr/Ba-отношения (табл.10). В спектре редкоземельных элементов в этом минерале всегда доминирует иттрий и обычно присутствуют существенные количества тяжелых REE (Gd, Dy, Er). Интересно, что среди лантаноидов при этом нередко преобладает лантан. Наиболее вероятно, что La и Ce, имеющие самые большие величины ионных радиусов среди REE<sup>3+</sup>, входят в позиции не с Y, Na, Ca, а с Sr и Ba, т.е. развернутая формула минерала в действительности имеет вид: (Sr,Ba,La,Ce)(Na,Y,Ca,Nd,Gd,Dy..)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O (Пеков, 1998). Триклинные стронциевый и бариевый члены семейства — доннейит и маккельвиит образуют непрерывный изоморфный ряд (табл.10,11); иногда участки с Sr > Ba и Ba > Sr, имеющие между собой плавный переход, можно наблюдать в пределах одного кристалла.

**Маккельвиит** (Ba,Sr)(Na,REE,Ca)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O (фото 37, 40, 41, 43, 44, 106) уступает по распространенности своему стронциевому аналогу — доннейиту. Он установлен в позднегидротермальных ассоциациях почти десятка пегматитовых тел, в основном вскрытых выработками гор. +252 м. По морфологии кристаллов и физическим свойствам маккельвиит сходен с доннейитом, и визуально эти два минерала неразличимы. Между ними существует полный изоморфный ряд с замещением Ba ↔ Sr, и эти минералы нередко образуют смешанные кристаллы, а также

Таблица 11. Химический состав (мас. %) маккельвиита (1–7) и эвальдита (8–13)

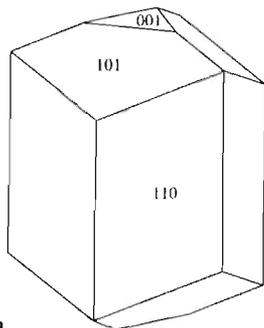
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na <sub>2</sub> O	3.92	3.99	3.0	3.1	3.0	4.95	6.50	3.53	3.97	3.17	4.72	2.8	1.9
K <sub>2</sub> O						0.46	0.14						
CaO	5.17	5.82	4.8	5.4	4.8	3.50	3.63	5.57	4.29	5.14	3.80	4.4	5.6
SrO	2.17	14.52	7.4	14.2	6.9	11.92	12.74	6.72	11.07	6.56	4.08	4.8	1.7
BaO	41.55	28.31	33.2	24.4	33.3	23.17	23.61	34.60	27.60	35.45	30.62	34.6	35.5
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.65	9.13	9.0	9.3	8.7	7.82	нпо	6.98	7.40	7.11	3.94	6.9	3.5
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	0.59	1.0	0.1	0.3	4.04	7.41	0.80	2.97	0.85	1.12	1.0	0.4
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	0.99	0.8	нпо	0.2	1.96	9.21	1.38	3.60	2.31	0.56	2.5	1.6
Pt <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	1.12	нпо	0.30	нпо	нпо	нпо	0.6
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	0.47	0.8	0.3	0.3	1.86	1.23	0.16	0.71	0.62	0.96	0.3	5.9
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.87	0.33	0.35	нпо	1.4
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	0.1	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.16	0.25	нпо	нпо	0.1
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	0.47	0.4	0.7	0.6	нпо	нпо	0.29	0.64	0.60	0.75	0.5	0.9
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								0.09	0.18	0.12			
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	1.00	0.9	1.1	1.0	нпо	нпо	0.74	1.00	1.28	0.70	0.9	0.6
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	0.31	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.27	0.43	0.38	нпо	нпо	нпо
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.59	0.66	0.3	0.7	0.6	нпо	нпо	0.50	0.67	0.84	0.36	0.7	нпо
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.65	0.10	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.36	0.44	0.27	0.14	нпо	нпо
<b>Сумма</b>	<b>62.77</b>	<b>66.36</b>	<b>61.7</b>	<b>59.3</b>	<b>59.7</b>	<b>64.91*</b>	<b>65.59</b>	<b>61.99</b>	<b>66.28</b>	<b>65.35*</b>	<b>52.10</b>	<b>59.4</b>	<b>59.7</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 6 — ThO<sub>2</sub> 4.26, UO<sub>2</sub> 0.97; 10 — Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.06.

Источники: 1 — Волошин и др., 1990; 8 — Волошин и др., 1992; 3–5, 12–13 — Пеков, 1998; 9–10 — Иванюк и др., 1999; 2, 11 — Яковенчук и др., 1999; 6, 7 — данные настоящей работы. 2–5 — «Доннейит-маккельвиитовое»; 6 — «Илеритовое»

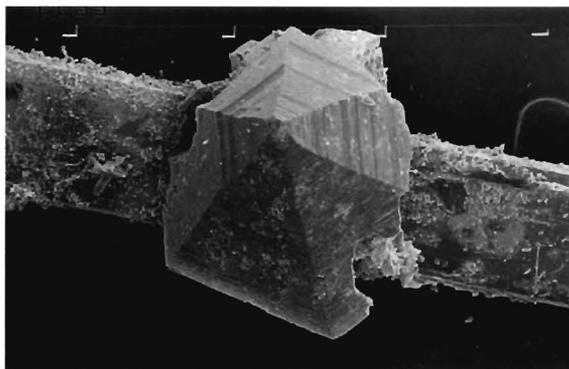
параллельные сростки разных типов (Волошин и др., 1990; Пеков, 1998; Иванюк и др., 1999), — см. раздел, посвященный доннейиту.

Впервые для Кукисвумчорра маккельвиит обнаружен одним из авторов (А.П.) в полостях эгирин-полевошпат-натролит-кальцитовой жилы, где ассоциирует с виноградовитом, катаплетитом, эпидимитом, эвальдитом, флюоритом, сфалеритом, галенитом, пиритом. Маккельвиит (табл. 11, №1) дает здесь бочонкообразные псевдогексагональные кристаллы зеленовато-серого и кремового цвета и их сростки. Эти «кристаллы» на самом деле представляют собой тройники, в срезе которых, перпендикулярном псевдооси шестого порядка, наблюдаются шесть секторов, соответствующих трем взаимопрорастающим субиндивидам. Здесь же обнаружены синтаксические сростки маккельвиита с эвальдитом (Волошин и др., 1990). Самый крупный для Кукисвумчорра кристалл маккельвиита, найденный в 1987 г одним из авторов (А.П.), обладает размерами 40 x 18 x 16 мм. Он полупрозрачен, внутри имеет сероватый цвет, а снаружи покрыт белой фарфоровидной корочкой. Его форма сложная, пагодовидная, а боковые поверхности покрыты штрихами и ступеньками роста. В пегматите, расположенном неподалеку, гексагонально-пирамидальные зеленовато- и желтовато-белые непрозрачные кристаллики маккельвиита (до 2 мм) нарастают на крупные кристаллы натролита вместе с эгирином и лоренценитом. В осевой зоне другой жилы маккельвиит вместе с кальцитом, флюоритом, виноградовитом и пиритом нарастает на полевой шпат и эгирин. Здесь его шестигонные дипирамидальные кристаллы, достигающие 1 мм, состоят из трех зон, последовательно сменяющих друг друга вдоль псевдооси 6-го порядка и имеющих между собой резкие поверхности раздела, параллельные {001}: один конец кристалла коричневый, другой бесцветный, а центральная часть имеет светло-кофейный цвет. В пегматитовом теле, где описан



Кристалл  
тулюокита

Пирамидальный кристалл  
Nd-эвальдита на эгирине.  
РЭМ-фото. Ув. 350 $\times$ .



леммлейнит-Ва, маккельвиит встречен в виде желтоватых грубообразованных изометричных кристаллов до 3 мм, которые имеют облик шестиугольных призм с плоскими головками и пояском псевдодипирамиды. В «Илеритовом» маккельвиит (табл. 11, №6) образует уплощенные бледно-зеленые кристаллы до 1 мм. Наиболее богатым проявлением этого минерала является пегматитовое тело «Доннейит-маккельвиитовое», где он дает ярко- и светло-желтые индивиды с очень грубой огранкой, имеющие изометричную (псевдотетраэдрическую) или вытянутую (веретенообразную, кубковидную) форму, часто расщепленные (табл. 11, №№2–5). В длину они достигают 4 см. Здесь часто встречаются эпитаксические сростки-«грибочки» длиной до 5 мм, чью «шляпку» образует кристалл доннейита (табл. 10, №7), а «ножку» — маккельвиита (табл. 11, №3). Кристаллы этих карбонатов, кальцита и барита нарастают на щетки бледно-оранжевых иголок натролита.

**Эвальдит**  $(\text{Ba,Sr})(\text{Na,REE,Ca})(\text{CO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (фото 42) приурочен к тем же парагенезисам, что и его триклинный аналог — маккельвиит, но встречается реже. Кристаллы эвальдита (гексагональная симметрия, класс 6mm) обычно пирамидальные с гранями призмы. По химическому составу минерал неотличим от маккельвиита, среди REE обычно преобладает Y. Впервые для Кукисвумчорра этот минерал отмечен без описания А.П.Хомяковым (1990). А.В.Волошин с соавторами (1992) охарактеризовали серовато-желтые гексагонально-пирамидальные кристаллы эвальдита (табл. 11, №8) до 5 мм из полостей арфведсонит-эгирин-полевошпат-эгириновой пегматитовой жилы, секущей мельтейгит-уртиты гор. +252 м. Здесь они ассоциируют с маккельвиитом, доннейитом (иногда в виде параллельных сростаний), флюоритом, кальцитом, анкилитом, виноградовитом, лабунцовитом и др. Полые футляровидные пирамидки эвальдита до 3 мм, иногда содержащие внутри кристаллики анкилита-(Ce), обнаружены в кавернах натролит-микроклиновой жилы (Яковенчук и др., 1999). В маломощной жилке, вскрытой Восточным разведочным штреком гор. +252 м, нами установлен Nd-эвальдит — первый для Хибинского массива минерал с Nd-максимумом в спектре REE (табл. 11, №13). Он дает снежно-белые пирамидальные кристаллы до 1 мм, нарастающие на эгирин, микроклин и натролит и тесно ассоциирующие с минералами ряда кухаренкоит-(La) — кухаренкоит-(Ce), кальцитом, анкилитом-(Ce), виноградовитом (Пеков, 1998; Пеков и др., 2003). В полостях соседнего пегматита одним из авторов (А.П.) в 1988 г. встречены самые крупные кристаллы эвальдита, достигающие 8 x 8 мм, и их эффектные сростки на эгирине, микроклине и натролите. Они состоят из желтого полупрозрачного ядра и белой фарфоровидной корочки и образованы гранями моноэдра, гексагональных призмы и пирамиды. В другом пегматите мелкие желтоватые пирамидки эвальдита (табл. 11, №12) до 1 мм тесно ассоциируют с псевдоморфозами анкилита по бербанкиту.

**Тулюокит**  $\text{BaNa}_6\text{Th}(\text{CO}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (фото 45) — эндемик Кукисвумчоррского месторождения. Образцы с будущим тулюокитом были найдены одним из авторов (А.П.) в 1984 г. в полостях двух близкорасположенных пегматитовых жил с ультращелочной минерализацией, секущих ризчорриты в вентиляционном кваршлага № 7 гор. +252 м. В одной из жил его серовато-коричневые короткопризматические кристаллы (табл. 8, №12) до 4.5 мм нарастают на канкринит (канкрисилит? — прим. авт.), сидоренкит, пирссонит и виллиомит; также в ассоциации с ними находятся микроклин, виноградовит и молибденит. Кристаллы тулюокита (тригональная симметрия, класс -3) образованы гранями гексагональной призмы {110}, ромбоэдра {101} и пинакоида {001}. Обычно они имеют серый до темно-серого цвет из-за обильных включений органического вещества и сульфидов железа. В другой жиле, имеющей натролит-эгирин-микроклиновый состав, мелкие светло-серые кристаллы тулюокита нарастают на шортит и пирссонит, а пространство между ними заполнено агрегатами термонатрита, троны, натрона и виллиомита (Яковенчук и др., 1990, 1999). В 1992 г. одним из авторов (А.П.) сле-

Таблица 12. Химический состав (мас. %) синхизита-(Ce) (1), кордилита-(Ce) (2), кухаренкоита-(Ce) (3), кухаренкоита-(La) (4-6), анкилита-(Ce) (7-11), анкилита-(La) (12) и кальциоанкилита-(Ce) (13)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na <sub>2</sub> O	нпо	3.81	0.48	0.23	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
K <sub>2</sub> O	нпо	0.99	нпо	0.27	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
CaO	14.96	2.77	1.18	0.99	0.10	нпо	0.90	0.75	0.75	0.50	1.64	2.02	5.14
SrO	1.86	6.82	1.62	2.38	1.68	1.69	18.25	22.28	21.70	23.10	21.76	16.96	7.62
BaO	нпо	15.70	46.28	44.10	48.04	50.36	нпо	0.42	0.10	нпо	0.82	0.18	0.50
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.18	нпо	нпо	нпо	0.22	нпо	нпо	нпо	нпо	0.39	0.12	нпо	нпо
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.03	10.65	11.39	11.18	12.19	11.02	20.52	17.18	12.61	18.21	15.46	19.23	17.79
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.68	19.44	12.28	5.36	10.49	8.51	25.23	21.58	21.87	19.55	24.05	17.87	25.91
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.30	1.57	0.35	0.87	0.83	0.59	1.47	1.43	2.32	1.51	1.02	1.66	2.02
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.01	3.92	0.94	0.76	0.77	1.49	2.76	4.17	5.31	2.79	1.64	4.20	6.52
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.26	нпо	0.20	нпо	нпо	нпо	нпо	0.91	0.51	нпо	нпо	нпо	0.84
ThO <sub>2</sub>	9.05	5.42	нпо	9.41	нпо	1.54	нпо	нпо	нпо	нпо	1.77	нпо	нпо
F	не опр	не опр	3.32	3.38	3.30	не опр	0.79	0.24	0.63	не опр	не опр	нпо	0.32
-O=F <sub>2</sub>			-1.40	-1.42	-1.39		-0.33	-0.10	-0.27				-0.13
<b>Сумма</b>	<b>66.33</b>	<b>71.09</b>	<b>76.64</b>	<b>77.51</b>	<b>76.23</b>	<b>76.13*</b>	<b>69.59</b>	<b>68.86</b>	<b>65.53</b>	<b>66.05</b>	<b>68.28</b>	<b>62.12</b>	<b>66.53</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входит также 0.93 мас.% UO<sub>2</sub>.

Источники: 7 — Пеков, 1997; 8–9, 12–13 — Беловицкая, 2002; 4–5 — Пеков и др., 2003а; 1–3, 6, 10–11 — данные настоящей работы.

1, 2, 4, 6, 9 — «Илеритовое»; 8 — «Комаровитовое»; 10 — «Беловитовое»

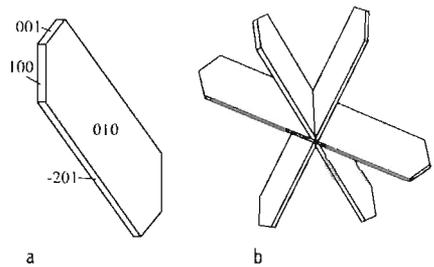
лана находка тулюкита еще в одной жиле, расположенной поблизости от двух первых. Здесь встречены лучшие кристаллы этого минерала (до 5 мм), имеющие серый цвет и нарастающие на щетки канкрисилита, виллиомита и пирсонита.

**Давсонит** NaAl(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>2</sub> для Кукисвумчоррского месторождения впервые упомянут без описания А.П.Хомяковым (1990), определившим его в 1989 г в образцах, собранных одним из авторов (А.П.). Этот минерал был найден в полостях красновато-коричневатого натролитового шпреуштейна с реликтами канкринита (гор. +252 м). Давсонит дает здесь бесцветные и белые игольчатые до волосовидных кристаллы, достигающие в длину 2.5 мм и обычно собранные в параллельные или спутанные агрегаты, в ассоциации с которыми находится скаленоэдрический кальцит. В больших количествах давсонит встречен в участках шестоватого натролита в «Илеритовом». Здесь он образует многочисленные гнезда до 2 см в поперечнике, сложенные спутанноволокнистыми агрегатами белого и светло-кремового цвета с сильным шелковистым блеском. С ним тесно ассоциируют гиббсит, нордстрандит, диаспор, пирит.

**Малахит** Cu<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>2</sub> отмечен А.Н.Лабунцовым в виде пленок в трещинах ийолитовых жилков, секущих апатит-нефелиновую породу (Бонштедт и др., 1937).

**Синхизит-(Ce)** CaCe(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>F установлен нами в полостях «Илеритового» в виде белых рыхлых скоплений до 5 мм, состоящих из мелких (менее 0.03 мм) шестиугольных чешуек (табл.12, №1). Он тесно ассоциирует с анкилитом-(Ce), бербанкитом, доннейитом, анатазом, анкеритом, кальцитом, карбоцернаитом, ненадкевичитом, кварцем, гизингеритом. Фтор в составе минерала не определялся, но ИК-спектр, полученный Н.В.Чукановым, оказался обычным для синхизита и показал отсутствие ОН-групп.

**Кордилит-(Ce)**  $\text{NaBaCe}_2(\text{CO}_3)_4\text{F}$  — редкий поздний минерал «Илеритового». Он образует сростки, обычно розетковидные, диаметром до 0.5 мм, состоящие из тонких прозрачных зеленоватых листочков шестиугольной формы, которые нарастают на микроклин в ассоциации с кварцем, апатитом, мусковитом, доннейитом, кальцитом и др. Также здесь обнаружены желтые пластинчатые обособления до 2–3 мм, сложенные тонкозернистыми агрегатами кордилита-(Ce) и пирохлора. Кордилит-(Ce) представлен разновидностью, содержащей заметные примеси Sr и Th (табл.12, №2).



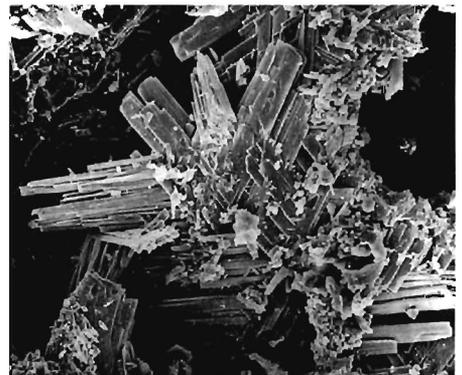
Кристаллы **кухаренкоита-(La)**: а — одиночный, б — тройник с осью  $[-201]$ . «Илеритовое».

**Кухаренкоит-(Ce)**  $\text{Ba}_2(\text{Ce,Lu})(\text{CO}_3)_3\text{F}$  был описан как новый минерал одновременно из нескольких объектов, в том числе из Кукисвумчоррского месторождения (Zaitsev et al., 1996). Здесь этот минерал (отнесение его к кухаренкоиту-(Ce) достаточно условно, т.к. в опубликованном анализе содержания Ce и La равны, — прим. авт.) образует решетчатые двойниковые сростки (до 1.5 мм) бледно-коричневых длиннопризматических кристаллов в полостях натролит-эгирин-микроклинового прожилка, секущего уртиты гор. +252 м. С ним ассоциируют беловит-(Ce), анкилит-(Ce), эвальдит, доннейит, лабунцовит, флюорит, кальцит (Zaitsev et al., 1996). Кухаренкоит-(Ce) (табл. 12, №3) вместе с визуально неотличимым от него кухаренкоитом-(La) установлен нами в пегматитовой жилке, секущей крупнозернистые нефелиновые сиениты, в ассоциации с Nd-эвальдитом, кальцитом, анкилитом-(Ce), виноградовитом и более ранними эгирином, микроклином и натролитом. Минералы ряда кухаренкоита, впервые найденные здесь одним из авторов (А.П.) в 1988 г, образуют снежно-белые досковидные кристаллы длиной до 0.2 мм, формирующие решетчатые тройники по арагонитовому закону, характеристика которых дана при описании **кухаренкоита-(La)**.

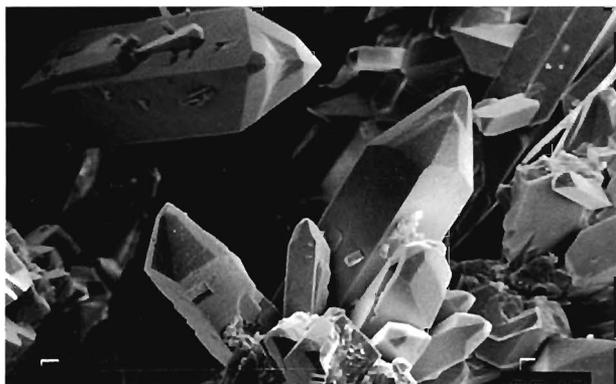


Сложный тройниковый сросток и отдельные кристаллы **кухаренкоита-(La)** на мусковите. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 200 $\times$ .

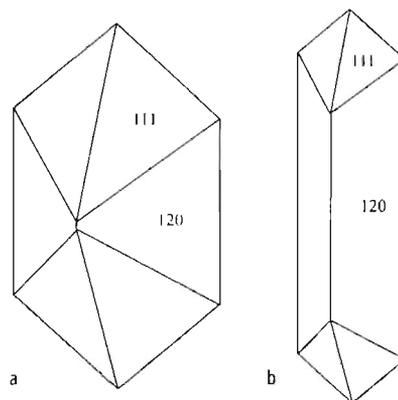
**Кухаренкоит-(La)**  $\text{Ba}_2(\text{La,Ce})(\text{CO}_3)_3\text{F}$ , открытый недавно (Пеков и др., 2003а), является эндемиком Кукисвумчоррского месторождения. Он установлен в составе позднегидротермальных ассоциаций двух пегматитовых тел, вскрытых выработками гор. +252 м. Голотип происходит из «Илеритового», где кухаренкоит-(La), представленный высокотермической разновидностью (табл. 12, №4), нарастает на стенки полостей в блоковом микроклине, образуя грубые уплощенно-призматические и шипообразные кристаллы длиной до 0.5 мм, их тройниковые сростки, пучки-«кустики» и небольшие щетки. Минерал прозрачный, имеет бледную луково-зеленую окраску, реже бесцветен. С ним тесно ассоциируют апатит, пирит, мусковит, стронцианит, доннейит, селадонит, катаплеит. Зеленовато-желтые пластинки бестермического кухаренкоита-(La) (табл. 12, №6) до 1.5 мм, образованные плотно сросшимися в двойниковом положении призматическими индивидами, встречены недавно в участках «Илеритового», обогащенных содалитом. Они нарастают на натролит, ассоциируя с пиррофанитом, апатитом, бёмитом, амезитом, пиритом. В другом пегматите кухаренкоит-(La) (табл.12, №5) присутствует вместе с кухаренкоитом-(Ce) (см.) в виде снежно-белых досковидных кристаллов длиной до 0.2 мм, нередко сросшихся с Nd-эвальдитом. Специального обсуждения заслуживает морфология кристаллов и особенно двойниковых сростков кухаренкоита, одинаковых для La- и Ce-доминантного видов. Обычно их кристаллы (моноклинная симметрия, класс  $2/m$ ) уплощенно-призматические. Главной габитусной формой является пинакоид



Тройниковый сросток **кухаренкоита-(La)**. РЭМ-фото. Ув. 400 $\times$ .



Кристаллы анкилита-(Ce). «Беловитовое». РЭМ-фото. Ув. 1000 $\times$ .



Кристаллы анкилита-(Ce) (a) и кальциоанкилита-(Ce) (b)

{010}, боковые грани «дощечек» представлены пинакоидом {-201}, а головки образованы гранями пинакоидов {100} и {001}. Гораздо чаще, чем одиночные кристаллы, встречаются характерные снежинковидные тройники в которых субиндивиды ориентированы под углами 60° друг к другу. Такое явление, повышающее общую симметрию двойникового сростка до гексагональной, весьма характерно для многих ромбических минералов, имеющих в структуре элементы гексагональной или тригональной псевдосимметрии (карбонаты группы арагонита, хризоберилл, эпидидимит, витусит и др.), и называется арагонитовым законом двойникового. В структуре моноклинного минерала — кухаренкоита тригональная псевдосимметрия проявлена очень сильно, что связано с мотивом расположения тяжелых атомов в структуре. Псевдоосью 6-го порядка в кухаренкоите, и, соответственно, осью его круговых тройников является направление [-201], перпендикулярно к которому в структуре располагаются плотноупакованные псевдогексагональные слои из атомов Ba и REE (Кривовичев и др., 2003). В «Илеритовом» простые двойники кухаренкоита-(La) зачастую закономерно срстаются в ажурные «ёлочки» и решетки площадью до 2 x 2 мм или компактные пластинки, состоящие из трех систем параллельных субиндивидов, углы между которыми составляют 60°, и двойникование, таким образом, переходит в стадию полисинтетического. Под микроскопом в поляризованном свете хорошо видна различная, и при этом строго закономерная ориентировка субиндивидов в таких двойниках.

**Анкилит-(Ce)**  $Sr_x(Ce,La)_{2-x}(CO_3)_2(OH,F)\cdot H_2O$  в небольших количествах присутствует в составе позднегидротермальных сравнительно низкощелочных парагенезисов многих пегматитов. В ультраагпаитовых ассоциациях он не встречается. Этот минерал образует в полостях отдельные кристаллы, размер которых достигает 2.5 x 1 мм, их сростки и мелкие щеточки, а также псевдоморфозы по бербанкиту. Кристаллы анкилита-(Ce) (ромбическая симметрия, класс  $m\bar{3}m$ ) образованы в основном разными комбинациями граней призм {120} и {101} и дипирамиды {111}. Наиболее часто встречаются индивиды изометричные или же вытянутые в направлении [001], реже — уплощенные. Кристаллы, особенно удлиненные, обычно расщеплены, собраны в сноповидные сростки. Изометричные кристаллы чаще всего имеют выпуклые грани. Минерал прозрачный или полупрозрачный, окраска варьирует от желто-коричневой и чайной до бледно-желтой и зеленоватой, встречаются розоватые, сероватые, белые и бесцветные разновидности. Характерна ассоциация анкилита-(Ce) с натролитом, флюоритом, кальцитом, минералами семейства маккельвиита, пиритом. Кукисвумчоррский анкилит-(Ce) в основном представлен высокостронциевой разновидностью (18–23 мас.% SrO) и содержит мало кальция (0.5–1.6% CaO).

**Анкилит-(La)**  $Sr_x(La,Ce)_{2-x}(CO_3)_2(OH,F)\cdot H_2O$  найден нами в гидротермально переработанной зоне пегматита, вскрытого выработкой гор. +252 м. Он образует хаотические агрегаты бледно-зеленоватых с сильным стекляннным блеском тонкоигльчатых кристаллов (табл. 12, №12) длиной до 2 мм, которые слагают мономинеральные псевдоморфозы по грубым уплощенным призмам (до 1.5 x 0.5 x 0.2 см) не установленного минерала. С ним ассоциируют микроклин, нефелин, эгирин, лоренценит, титанит, ферсманит (частично замещенный лабунцовитом), пирохлор и флюорит.

**Кальциоанкилит-(Ce)**  $(Ca,Sr)_x(Ce,La)_{2-x}(CO_3)_2(OH,F)\cdot H_2O$  (фото 46) впервые для Хибин обнаружен нами (Беловицкая и др., 2000b) в составе гидротермального парагенезиса в полостях пегматитового тела эгирин-полевошпатового состава, секущего ийолит-уртиты гор. +252 м. Полупрозрачные розовые вытянутые кристал-

лы этого минерала (табл. 12, №13), образованные гранями ромбических призмы {120} и дипирамиды {111}, достигают 3 x 1 мм. Они часто расщеплены на обоих концах и напоминают по форме галстук-бабочку. Нарастают кристаллы кальциоанкилита-(Се) на корродированный фиолетовый флюорит (наиболее вероятный источник кальция), титанит, натролит, эгириин и ассоциируют с лампрофиллитом и сфалеритом.

## Оксалаты

**Натроксалат**  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (фото 48, 50) обнаружен одним из авторов (А.П.) на Кировском руднике в 1992 г, немного ранее находки А.П.Хомякова в Ловозерском массиве, на материале которой был впервые описан этот минерал (Хомяков, 1996). Кукисвумчоррский натроксалат встречен в виде единственного водяно-прозрачного бесцветного призматического кристалла размерами 5 x 1.3 x 1 см с грубым шестиугольным сечением. При извлечении из полости пегматита этот уникальный кристалл, крупнейший в мире для данного минерала, к сожалению, переломился поперек удлинения. находка приурочена к осевой зоне пегматитовой жилы, сложенной в основном микроклином и эгирином. Ее стенки инкрустированы щетками оранжевых прозрачных кубов и кубооктаэдров виллиомита (до 5 мм) и уплощенно-призматических бесцветных кристаллов пирсонита до 1 см. На такую щетку как раз и нарастает кристалл натроксалага, позже которого образовались только термонатрит и натрон, заполнившие свободное пространство.

## Силикаты

**Циркон**  $\text{ZrSiO}_4$  на месторождении редок. Он в виде светло-коричневых дипирамидальных кристаллов до 1 см обнаружен в отвалах Кировского подземного рудника, где находится в пегматоидах с полевым шпатом, биотитом и таблитчатым апатитом. Главная форма кристаллов циркона — тетрагональная дипирамида {111}, иногда присутствуют грани призм {110} и {100}.

**Торит**  $\text{ThSiO}_4$  установлен нами в «Илеритовом». Он образует зерна до 0.05 мм, вросшие в грязно-розовые кристаллы стронцианита в полостях среди микроклина. Представлен высокоуранистой разновидностью (табл. 13, №1).

**Титанит (сфен)**  $\text{CaTiSiO}_5$  — один из характерных аксессуарных минералов практически всех пород месторождения, а в титанитовых ийолит-уртитых и апатит-титанит-нефелиновых породах выступает одним из главных породообразующих компонентов. В простых пегматитах он образует значительные скопления, сложенные коричневыми зернами до 10 см. На Северном карьере в таких пегматитах встречены эффектные «солнца» до 10 см в диаметре, образованные шестоватыми индивидами титанита ярко-желтого и медового цвета. В пегматитах «расвумчоррского типа» розовато-белый волокнистый титанит замещает ильменит. Для гидротермальных ассоциаций месторождения титанит нехарактерен. Иногда наблюдается замещение раннего титанита в гидротермалитах синим мелкозернистым анатазом («Илеритовое»). Наиболее хорошо образованные кристаллы титанита (моноклинная симметрия, класс 2/m) наблюдаются в массе сплошного сахаровидного апатита. Обычно они имеют длиннопризматическую, клиновидную, чечевицепоподобную или конвертообразную форму и образованы различными комбинациями граней {110}, {111}, {100}, {001}, {011} и {11-1} (Дудкин и др., 1964; Pekov, Podlesnyi, 1995). На контакте апатит-нефелиновых пород с простыми пегматитами хорошо ограненные коричневые кристаллы титанита достигают размеров 4 x 2 x 1 см.

**Натисит**  $\text{Na}_2\text{TiSiO}_5$  отмечен А.П.Хомяковым в гидротермально измененном пегматите «расвумчоррского типа», вскрытом скважиной. Он ассоциирует с калиферситом, эгирином, фенакситом, пектолитом, калиевым полевым шпатом, содалитом, нефелином, энигматитом, ломоносомитом, лампрофиллитом, шербаковитом, лопаритом, паранатиситом и сфалеритом (Fergaris *et al.*, 1998). Нами белые сахаровидные агрегаты натисита (скопления до 3 мм) обнаружены в пегматитах «расвумчоррского типа» в составе псевдоморфоз по ильмениту.

**Паранатисит**  $\text{Na}_2\text{TiSiO}_5$  упомянут без описания в керне скважины вместе с натиситом (Fergaris *et al.*, 1998).

**Гемиморфит**  $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$  встречен в полостях микроклин-эгиринового пегматитового прожилка, секущего уртиты гор. +322 м. Здесь этот минерал является наиболее поздним. Бесцветные и белые призматические кри-

Таблица 13. Химический состав (мас. %) торита (1), титанита (2–3), ринкита (4), гётценита (5–7), гемиморфита (8), стусиита (9) и нордита-(La) (10–11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> O		1.22	0.34	7.96	3.91	7.64	8.41		4.41	11.26	11.27
K <sub>2</sub> O		0.24			0.25				3.93		
CaO		27.46	26.98	30.01	34.28	33.43	32.60		5.10	0.43	0.44
SrO		0.17	0.15	2.43	1.39	не опр	1.21			13.05	13.04
BaO										0.27	0.37
MgO		0.29								0.78	0.70
MnO		0.05	0.07		0.36		0.41			1.23	1.31
ZnO								67.66		5.83	5.39
FeO	1.04	0.40	1.15		0.11				0.77	1.40	1.71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.40	0.32		0.12	нпо				0.12	0.09
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				1.18	0.11	0.43	0.95		0.96		
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.66			3.27	1.56	2.19	2.55			10.05	9.85
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.40		0.24	7.43	1.65	2.60	3.10			9.77	9.55
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0.54		0.47					
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.82			1.95	0.22	0.65	1.00			0.65	1.06
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0.49						0.29	0.56
SiO <sub>2</sub>	17.19	29.93	31.48	29.87	34.29	31.75	31.37	25.08	53.62	43.58	43.46
TiO <sub>2</sub>		37.94	38.10	9.16	9.59	6.39	6.57				
ZrO <sub>2</sub>		0.19	0.38		1.47	не опр	0.15				
ThO <sub>2</sub>	52.89			0.82	0.57	не опр	1.22		30.69	нпо	нпо
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.27	0.16	1.70	5.24	7.30	6.21					
F					5.81	8.42					
-O=F <sub>2</sub>					-2.45	-3.51					
<b>Сумма</b>	<b>95.77*</b>	<b>99.98*</b>	<b>99.48*</b>	<b>96.81</b>	<b>98.48</b>	<b>97.70</b>	<b>95.75</b>	<b>92.74</b>	<b>99.48</b>	<b>98.71</b>	<b>98.80</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 1 — UO<sub>2</sub> 18.69, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.08; 2 — Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.31, REE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.50, H<sub>2</sub>O 0.24; 3 — V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.11. Источники: 2 — Дудкин и др., 1964; 6, 10–11 — Пеков, 1997 (10 — ядро сферолита, 11 — край сферолита); 3, 8 — Яковенчук и др., 1999; 1, 4, 5, 7, 9 — данные настоящей работы. 1 — «Илеритовое»

сталлы гемиморфита (табл. 13, №8) до 1 мм в длину, часто расщепленные, их двойники, сростки и сферолиты нарастают на натролит и на стенки трещин в крупных обособлениях сфалерита (Яковенчук и др., 1999).

**Ринкит** (Na,Ca)<sub>3</sub>(Ca,REE)<sub>4</sub>Ti[Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]<sub>2</sub>F<sub>2</sub>(O,F)<sub>2</sub> — типичный аксессуарный минерал неравномернозернистых нефелиновых сиенитов месторождения. Он также характерен для простых пегматитов, где наиболее распространена скрыто-кристаллическая клееподобная зеленовато- или желто-коричневая рентгеноаморфная разновидность — «ловчоррит», образующая обильные гнезда до нескольких сантиметров в диаметре и тесно ассоциирующая с эвдиалитом, содалитом, ферсманитом и др. Иногда в таких пегматитах встречаются и желтоватые грубопризматические кристаллы ринкита до 10 см длиной.

**Гётценит** Na<sub>4</sub>Ca<sub>10</sub>Ti<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]<sub>4</sub>F<sub>8</sub> впервые встречен на Кировском руднике П.К.Семеновым, отметившим его как «кальциевый ринкит» (это название было дано минералу первооткрывателем — М.С.Афанасьевым, обнаружившим его на соседней горе Юкспор: см. Бонштедт и др., 1937). Образцы П.К.Семенова представляют собой фрагменты секущих ринкитов ветвящихся прожилков мощностью до нескольких сантиметров, которые сложены практически мономинераль-

Таблица 14. Химический состав (мас. %) диопсида (1–2), эгирин-геденбергита (3), эгирина (4–8), феррикатофорита (9), калиевого фторрихтерита (10), магнезиоарфведсонита (11) и арфведсонита (12)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	3.61	1.65	6.65	12.86	10.32	11.73	13.34	13.52	7.75	5.56	7.88	7.95
K <sub>2</sub> O	0.70		нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	2.61	2.88	2.21	2.32
CaO	20.95	21.39	13.24	2.33	6.17	0.17	0.37	0.68	4.57	5.60	1.49	0.17
MgO	8.02	11.06	5.30	1.45	2.39	0.22	4.55	0.83	11.31	13.88	8.96	6.60
MnO	0.79	0.47	0.42	1.23	0.96	2.23	0.23	0.98	0.42	0.60	1.85	0.25
FeO	8.57	10.39							12.38	10.70	20.09	22.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.08		23.09	27.24	27.69	36.14	24.76	29.46	4.49	2.46		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.98	0.55	1.04	0.61	0.22	0.42	0.04	4.37	2.36	1.11	0.15
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.17	0.09	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.04		нпо	нпо
SiO <sub>2</sub>	50.19	51.67	49.34	49.39	49.72	49.60	54.31	52.75	49.81	50.91	52.50	52.97
TiO <sub>2</sub>	0.31	1.34	1.23	3.98	2.39	0.27	2.12	0.86	1.34	2.32	1.00	2.52
Ппп	0.20								0.04			
<b>Сумма</b>	<b>100.69</b>	<b>99.04</b>	<b>100.15*</b>	<b>99.52</b>	<b>100.25</b>	<b>100.31</b>	<b>100.10</b>	<b>99.12</b>	<b>99.13</b>	<b>100.75*</b>	<b>97.34*</b>	<b>96.51</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 3 — ZrO<sub>2</sub> 0.33; 10 — Li<sub>2</sub>O 0.06, BaO 0.06, H<sub>2</sub>O 1.39, F 2.09, -O=F<sub>2</sub> -0.87; 11 — Cl 0.32, -O=Cl<sub>2</sub> -0.07  
 Источники: 1, 9 — Курбатов, 1953; 10 — Иванова и др., 1970; 2 — Яковенчук и др., 1999; 3–8, 11–12 — данные настоящей работы.  
 4 — «Беловитовое»; 5, 6 — «Илеритовое»; 11 — «Комаровитовое»

ным тонкоиглочатый розовый гётценитом. Образец «кальциевого ринкита», переданный П.К.Семеновым в 1947 г в Геологический музей КолФАН в г.Апатиты (музейный № 89) был недавно изучен одним из авторов (И.П.), и принадлежность минерала к гётцениту полностью подтвердилась (табл.13, №5). Нами установлено, что гётценитом, а не ринкитом является существенная часть кукисвумчоррского «ловчоррита» (табл.13, №7) из простых пегматитов. Таков, в частности, розовато-коричневый «ловчоррит» (табл.13, №6) из пектолитовых прожилков с ферсманитом, секущих уртиты гор. +252 м.

**Стисиит** Th(Na,Ca)<sub>2</sub>K<sub>1-x</sub>[Si<sub>8</sub>O<sub>20</sub>] впервые для Хибинского массива установлен Н.В.Чукановым и нами в керне неглубокой разведочной скважины, пробуренной в подземной выработке гор. +252 м и вскрывшей пегматитовый прожилок, состоящий в основном из калиевого полевого шпата. В полостях пегматита находятся серые ромбоэдрические кристаллы пятенкоита-(Y), корочки и округлые обособления буро-черного твердого битума. Именно внутри «капель» битума, достигающих в диаметре 5 мм, обнаружены многочисленные мелкие (<0.1 мм) включения стисиита неправильной формы. Минерал однозначно диагностирован по химическому составу (табл.13, №9) и ИК-спектру.

**Диопсид** CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, а точнее, пироксен, формально попадающий в поле составов диопсида, является породообразующим минералом мельтейгит-уртитов. Он широко распространен и в ранних ассоциациях пегматитов (Боруцкий, 1988). Вероятно, правильнее называть такой минерал состава (Ca,Na)(Mg,Fe,Al)Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> эгирин-диопсидом или эгирин-салилитом. Он обычно дает черные и темно-зеленые грубопризматические кристаллы длиной до нескольких сантиметров.

**Геденбергит** CaFeSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> представлен на месторождении высоконатриевой разновидностью — эгирин-геденбергитом (Ca,Na)(Fe,Mg,Al)Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> и по характеру распространения аналогичен эгирин-диопсиду, с которым образует непрерывное поле составов (Костылева-Лабунцова и др., 1978b; Боруцкий, 1988). Отметим, что крупные (до 7–8 см длиной) хорошо ограненные, с четкими головками кристаллы зеленовато-черного пироксена, находящиеся среди сахаровидного апатита вместе с прекрасными кристаллами эвдиалита и нефелина в зоне контакта простых пегматитов с апатитовой породой, образованы именно эгирин-геденбергитом (табл.14, №3).

**Эгирин**  $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$  — главный темноцветный минерал многих пегматитов Кукисвумчорра и единственный пироксен, развитый в позднепегматитовых и гидротермальных ассоциациях, включая ультраагпаитовые. Он составляет до 80–90% объема некоторых зон пегматитов. Для эгирина характерна длиннопризматическая до игольчатой форма кристаллов (они могут достигать 20–25 см в длину) и черный или зеленый цвет. В полостях некоторых пегматитов встречается песочно-желтый (табл. 14, №8) и даже оранжевый («Илеритовое») поздний эгирин, нередко обогащенный Mn, который может замещать как Fe, так и Na (табл. 14, №6). Во многих пегматитах наблюдается пироксен нескольких генераций, наиболее поздние из которых отвечают по составу практически чистому  $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ ; иногда поздний эгирин содержит примеси Mn и Ti в количествах до нескольких мас.%. В породах и раннепегматитовых ассоциациях распространен эгирин, обогащенный Ca, Mg и Al, отвечающий общей формуле  $(\text{Na,Ca})(\text{Fe,Mg,Al,Ti,Mn})\text{Si}_2\text{O}_6$  и образующий непрерывное поле составов с высоконатриевыми диопсидом и геденбергитом.

**Пектолит**  $\text{HNaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$  широко развит в пегматитах и гидротермалитах разного типа. Иногда он выступает главным минералом жил, прожилков или отдельных зон пегматитовых тел. Обычно пектолит дает уплощенно-призматические, досчатые, игольчатые грубообразованные кристаллы длиной до 15 см. В «Макинавитовом» встречены хорошо ограненные кристаллы (триклинная симметрия, класс -1) пектолита длиной до 4 см, вытянутые в направлении [010], пояс призмы которых образован в основном гранями пинакоидов {100}, {001}, {101} а головки — {010} и {021}(?). Обычны пучки, сферолиты и хаотические агрегаты пектолита с характерным занозистым изломом. Минерал бесцветный, белый, сероватый, зеленоватый, желтоватый, светло-коричневый. Эффектные «звезды» белого пектолита до 5 см в диаметре в матрице красного виллиомита найдены в «Макинавитовом» (табл. 15, №2). Кукисвумчоррский пектолит обычно содержит примесь марганца, иногда значительную (до 6.5 мас.% MnO). В полостях многих пегматитов обычно рыхлые коричневые продукты позднегидротермального изменения Mn-содержащего пектолита.

**Серандит**  $\text{HNaMn}_2\text{Si}_3\text{O}_9$  отмечен без описания А.П.Хомяковым (1990) в пегматоидных прожилках с нордитом-(La), калиевым полевым шпатом, натролитом, беловитом, мурманитом, сфалеритом. К сожалению, никаких данных, подтверждающих диагностику минерала, не приведено. Нельзя исключить, что массивный неотоцит в «Беловитовом» образует псевдоморфозы не по пектолиту, а по его Mn-аналогу — серандиту.

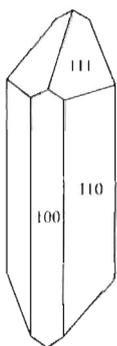
**Энигматит**  $\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{TiSi}_6\text{O}_{20}$  встречается в простых пегматитах, где дает угольно-черные грубопризматические кристаллы и зерна до 5–7 см. Обычен он и в составе раннего парагенезиса пегматитов «расвумчоррского типа». Вокруг энигматита часто развиваются корониты, сложенные игольчатыми кристаллами астрофиллита, эгирина, амфибола.

*Амфиболы на месторождении представлены в основном членами серии арфведсонита, реже рихтерита и катофорита. Для всех них характерны повышенные содержания калия. Амфиболы встречаются в качестве второстепенных минералов в породах, а в пегматитах иногда присутствуют в значительном количестве, обычно образуя черные призматические кристаллы длиной до 15 см. Здесь кратко охарактеризованы только образцы с изученным химическим составом.*

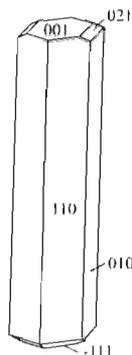
**Арфведсонит**  $\text{Na}_3\text{Fe}^{2+}_4\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH,F})_2$  — характерный минерал пегматитовых жил месторождения (Курбатов, 1953). Одним из авторов (И.П.) в отвалах Кировского подземного рудника найдены прожилки мощностью до 3 см, секущие ийолит-уртит, которые сложены темно-синим волокнистым арфведсонитом (табл. 14, №12) и черным игольчатым эгирином.

**Магнезиоарфведсонит**  $\text{Na}_3\text{Mg}_4\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH,F})_2$  (фото 47) в виде прекрасно ограненных блестящих черных кристаллов с головками, достигающих в длину 7–8 см при толщине до 1 см установлен нами в «Комаровитовом» (табл. 14, №11). Эти кристаллы (моноклинная симметрия, класс 2/m) образованы гранями {110}, {010}, {001}, {021} и {–111}. Они сростаются с микроклином и тесно ассоциируют с натролитом и сфалеритом.

**Калиевый фторрихтерит**  $\text{KNaCaMg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{F,OH})_2$ , описанный в качестве нового минерального вида из вулканитов Монте-Соммы в Италии (Della Ventura et al., 1992), известен на Кукисвумчорре в качестве акцессорного минерала малиньитов. Ему соответствует анализ натриево-кальциевого магнезиального амфибола, опубликованный Т.Н.Ивановой с соавторами (1970) — табл. 14, №10, который рассчитывается на следующую формулу:



Кристалл  
эгирина-геденбергита



Кристалл магнезиоарфведсонита.  
«Комаровитовое»



Волосовидные кристаллы тоберморита. РЭМ-фото.  
Ув. 200 $\times$ . Фото: Е.Ловская.

$(K_{0.55}Na_{0.45})_{\Sigma 1.00}(Na_{1.15}Ca_{0.89})_{\Sigma 2.04}(Mg_{3.07}Fe^{2+}_{1.33}Ti_{0.26}Fe^{3+}_{0.23}Mn_{0.08}Li_{0.04})_{\Sigma 5.01}(Si_{7.55}Al_{10.41}Fe^{3+}_{0.04})_{\Sigma 8.00}O_{21.79}(OH)_{0.21}\Sigma 22|F_{0.98}(OH)_{0.97}\Sigma 1.95$   
Отметим, что формальное преобладание F в данном образце возможно лишь при расчете формулы на сумму катионов, когда часть OH переносится в позиции O, и поэтому диагностику минерала нельзя считать однозначной.

**Феррикатофорит**  $Na_2CaFe^{2+}_4Fe^{3+}[AlSi_7O_{22}](OH)_2$  отмечен С.С.Курбатовым (1953) в пегматитовом теле, залегающем среди ийолит-уртитов (табл. 14, №9). Повторно не встречен.

**Тоберморит**  $Ca_5Si_6(O,OH)_{18} \cdot 5H_2O$  (фото 49) установлен нами на Юкспорском крыле Кировского подземного рудника в поздних высококальциевых гидротермалитах. Он образует в полостях кальцит-цеофиллитового прожилка плотные снежно-белые сферолиты до 4 мм в диаметре с «пушистой» поверхностью, тесно ассоциирующие с томсонитом-Са и фторапофиллитом. Этот тоберморит (табл. 15, №12) представлен низкоалюминиевой разновидностью с рекордно высоким для данного минерала содержанием калия — 2 мас.%  $K_2O$  (Ловская и др., 2000, 2002).

**Нордит-(La)**  $Na_3Sr(La,Ce)ZnSi_6O_{17}$  на Кукисвумчоррском месторождении найден впервые для Хибинского массива П.И.Уткиным и изучался А.П.Хомяковым (1990), В.Н.Яковенчуком с соавторами (1991а) и И.В.Пековым (1997). В пегматитовой жиле, секущей уртиты гор. +252 м, он образует удлиненные таблитчатые кристаллы до 1.5 см и их радиальные сростки до 3.5 см в диаметре, располагающиеся среди микроклина и ассоциирующие с натролитом, эгирином, беловитом-(Ce), мурманитом, сфалеритом, стронцианитом, анкилитом-(Ce) и др. Нордит-(La) прозрачен до полупрозрачного, бесцветен или имеет коричневатую-серую окраску. Минерал представлен высокоцинкистой разновидностью; ядра сферолитов богаче лантаном, нежели их края — табл. 13, №№10–11 (Пеков, 1997).

**Канасит**  $K_2Na_4Ca_5[Si_{12}O_{30}](F,OH)_4$  описан как новый минерал из гигантского пегматита на горе Юкспор (Дорфман и др., 1959). Однако, более чем десятилетием ранее он был обнаружен на Кукисвумчорре, в одной из выработок Кировского рудника П.К.Семеновым, который дал этому минералу условное название «калиевый пектолит». Этот материал детально не изучался, но был еще в конце 40-х гг прошлого века передан в Геологический музей КолФАН. «Калиевый пектолит» П.К.Семенова, хранящийся в коллекции этого музея (обр. № 122), исследован недавно одним из авторов (И.П.). Он оказался идентичным канаситу (табл. 15, №4). Данный образец представляет собой прожилок мощностью 1 см, секущий нефелиновый снежник и сложенный белым шестоватым пектолитом и светло-зелеными призматическими кристаллами канасита длиной до 3 см; в подчиненных количествах присутствуют эгирин и виллиомит. Жилы и прожилки с канаситом встречались на Кукисвумчорре и позже. Самая крупная жила, секущая уртиты и имеющая мощность в раздувах до 30 см, была найдена Н.П.Томчуком в подземной выработке гор. +305 м. Главным минералом ее является зеленый досчатый канасит (табл. 15, №6), образующий индивиды до 3–4 см в длину, а в зальбандах присутствуют калиевый полевой шпат, нефелин, эгирин, пектолит и лампрофиллит. Это, несомненно, крупнейшее проявление канасита в мире. Также описываемый минерал встречается на месторождении в составе пегматитов «расвумчоррского типа», где образует отдельные желто-зеленые зерна до 1 см, редко более, в интерстициях

Таблица 15. Химический состав (мас. %) пектолита (1–3), канасита (4–6), фенаксита (7–8), калиферсита (9), захаровита (10), эпидидимита (11) и тоберморита (12)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	8.65	9.54	9.01	8.01	7.43	7.51	8.68	9.66	1.98	2.61	14.15	нпо
K <sub>2</sub> O	0.09			10.76	10.52	10.38	12.59	10.96	7.71	0.59	0.07	1.98
CaO	29.67	31.42	27.75	19.49	19.58	20.60	0.23		0.35	0.49		33.76
MgO	нпо			0.10	0.05	0.05	0.42	0.40	1.21			нпо
MnO	4.20	1.99	6.49	0.85	0.49	0.64	2.12	2.87	2.38	24.38		нпо
FeO	0.43	0.47	0.53	0.41	0.79	0.41	14.39	13.61		1.77		нпо
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.17								17.96			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо		0.07	0.07	0.06	0.09	0.09	0.12			0.05	0.77
SiO <sub>2</sub>	53.20	54.11	54.08	55.64	54.94	54.69	61.84	62.42	55.39	53.47	71.88	41.63
TiO <sub>2</sub>	0.05									0.14		
F	0.14			6.53	5.69	6.13						нпо
–O=F <sub>2</sub>	–0.05			–2.75	–2.40	–2.58						
<b>Сумма</b>	<b>99.56*</b>	<b>97.53</b>	<b>97.93</b>	<b>99.11</b>	<b>97.15</b>	<b>97.92</b>	<b>100.36</b>	<b>100.04</b>	<b>100.40*</b>	<b>83.45</b>	<b>86.15</b>	<b>77.96</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 1 — SrO 0.03, REE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.17, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.03, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.07, H<sub>2</sub>O+ 2.71; 9 — H<sub>2</sub>O 13.42. Источники: 1 — Костылева-Лабунцова и др., 1978b; 11 — Хомяков, 1990; 9 — Ferraris e. a., 1998; 7, 10 — Яковенчук и др., 1999; 12 — Ловская и др., 2002; 2–6, 8 — данные настоящей работы. 2 — «Макинавитовое»; 3 — «Илеритовое»

между кристаллами породообразующих минералов. Один из таких пегматитов был обнаружен при проходке вентиляционного уклона Кировского рудника. Канасит в нем находится вместе с ортоклазом-адуляром, нефелином, титанитом, эвдиалитом, вадейтом, фенакситом, дельхайелитом, пектолитом, виллиомитом и др. (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). В другом пегматите, вскрытом Северным карьером в 1990 г, зерна канасита (табл. 15, №5) приурочены к интерстициям в нефелиновой зоне и ассоциируют с джерфишеритом, накафитом, дельхайелитом, ломоносовитом, пироксеном и титанитом.

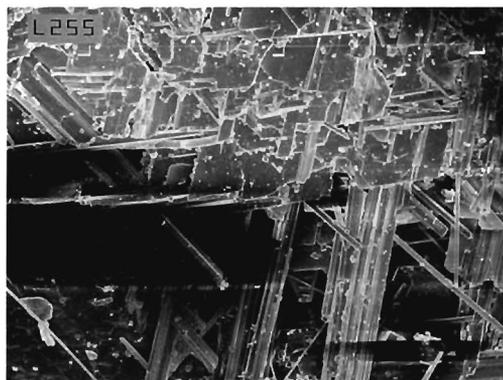
**Фенаксит**  $\text{KNaFeSi}_4\text{O}_{10}$  встречается в пегматитах «расвумчоррского типа». В крупных телах его отдельные монокристалльные зерна до 6 см в поперечнике, часто имеющие ромбовидное сечение, тесно ассоциируют с зеленым эгирином, нефелином, ортоклазом, дельхайелитом, лампрофиллитом, щербаковитом, магнезиоастрофиллитом, ломоносовитом, виллиомитом, джерфишеритом, расвумитом и др. В пегматитовых прожилках, секущих ризчорриты Саамского карьера, зернистый фенаксит вместе с дельхайелитом подчас являются главными минералами; в подчиненных количествах находятся лампрофиллит, эвдиалит, эгирин. Свежий фенаксит розовый, прозрачный, с перламутровым блеском, совершенной спайностью и характерным занозистым изломом. Однако, этот минерал очень легко изменяется в позднегидротермальных и поверхностных условиях. При этом он мутнеет, приобретает коричневый оттенок, а затем замещается гизингеритом.

**Калиферсит**  $(\text{K,Na})_5\text{Fe}_7\text{Si}_{20}\text{O}_{50}(\text{OH})_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  — эндемик Кукисвумчорра. Он обнаружен А.П.Хомяковым в керне скважины, вскрывшей гидротермально измененный ультраагпаитовый пегматит «расвумчоррского типа». Этот минерал (табл. 15, №9) образует пучки вытянутых вдоль [001] волокон длиной до 5 мм и тонкозернистые агрегаты до 1 см. Калиферсит полупрозрачный, розово-коричневатый, с шелковистым блеском. Он ассоциирует с эгирином, фенакситом, пектолитом, калиевым полевым шпатом, содалитом, нефелином, энигматитом, ломоносовитом, лампрофиллитом, щербаковитом, лопаритом, натиситом, паранатиситом и сфалеритом (Ferraris et al., 1998).

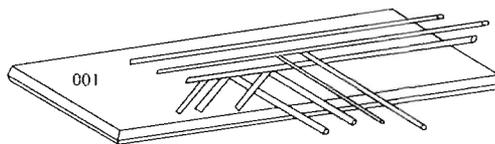
**Захаровит**  $\text{Na}_4\text{Mn}_5\text{Si}_{10}\text{O}_{24}(\text{OH})_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в виде коричневатого-желтых скоплений до 8 мм, состоящих из тонких чешуек (табл. 15, №10) до 0.5 мм найден в кавернозных участках микроклинового прожилка мощностью до 3 см, секущего уртиты гор. +172 м (Яковенчук и др., 1999).

**Эпидидимит**  $\text{NaBeSi}_3\text{O}_7(\text{OH})$  (фото 51, 52, 53) встречается в составе гидротермальных парагенезисов. Так, его бесцветные ксеноморфные зерна и плохообразованные кристаллы до 3 мм (табл. 15, № 11) присутствуют в обогащенной флюоритом катаклазированной пегматитовой породе с прожилково-вкрапленной содовой минерализацией (Хомяков, 1990). Таблитчатые тройники эпидидимита до 3 мм нарастают на кварц в ассоциации с анкеритом, кальцитом, вуориярвитом, карбоцернитом и др. в полостях содалит-микрклинового прожилка, секущего уртиты гор. +252 м (Яковенчук и др., 1999). В полостях пегматитовой жилы с леммлейнитом-Va, лабунцовитом-Mn, кальцитом, макельвиитом, стронцианитом, эгирином, сульфидами эпидидимит дает бесцветные водяно-прозрачные снежинковидные тройники (до 2.5 мм) по арагонитовому закону (ось тройника  $\{001\}$ ), в которых один из субиндивидов обычно развит лучше двух других. Кристаллы-субиндивиды (ромбическая симметрия, класс  $m\bar{3}m$ ) имеют призматическую форму и образованы гранями  $\{100\}$ ,  $\{201\}$ ,  $\{310\}$  и  $\{110\}$ . Игольчатый эпидидимит характерен для «Илеритового», где он тесно ассоциирует в полостях с эвдидимитом, кварцем, эльпидитом, ненадкевичитом, стронцианитом, доннейитом, баритом, селадонитом и др. Наиболее часто здесь попадают на микроклин «пушистые» снежно-белые сферолиты диаметром до 8 мм, состоящие из тонких игл длиной до 5 мм, часто образующих дендритовидные сростки, представляющие собой сложные двойники по тому же арагонитовому закону. Нередки для «Илеритового» случаи ориентированного срастания эпидидимита с эвдидимитом. Подобно описанным Г.Флинком из пегматитов Нарсарсука в Южной Гренландии сросткам (Boggild, 1953), здесь в плоскости наиболее развитых граней пинакоида  $\{001\}$  пластинчатых кристаллов эвдидимита лежат многочисленные иглы эпидидимита, направленные параллельно ребру  $\{001\}:\{111\}$ . Помимо того, наблюдаются еще две системы параллельных игл эпидидимита, также лежащих в плоскости  $\{001\}$  эвдидимита, но образующих с первой системой углы  $60^\circ$  и  $120^\circ$ . Возможно, это связано уже с собственным двойникованием эпидидимита. Также в «Илеритовом» встречаются гексагональные таблички эпидидимита до 4 мм в поперечнике с шелковистым блеском. При внимательном рассмотрении псевдограниц их «базопинакоида» видно, что она образована тремя системами игл, пересекающихся под углами  $60^\circ$ , т.е. мы снова имеем дело с полисинтетическими двойниками арагонитового типа.

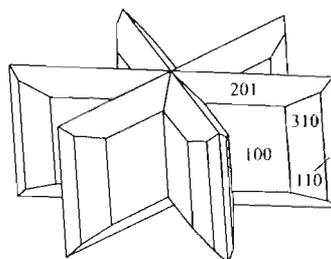
**Эвдидимит**  $\text{NaBeSi}_3\text{O}_7(\text{OH})$  (фото 51, 52, 53) в небольших количествах обнаружен нами в полостях «Илеритового», где находится в тесной ассоциации с эпидидимитом. Эвдидимит (моноклинная симметрия, класс  $2/m$ ) дает бесцветные прозрачные с перламутровым блеском тонкие косоугольные пластинки до 4 мм в поперечнике. Их главная форма — пинакоид  $\{001\}$ , а индексы боковых граней типа  $\{hhl\}$  и  $\{-hhl\}$  установить не удалось. Обычны двойники срастания типа «ласточкин хвост». Кристаллы эвдидимита часто расщеплены, имеют блоково-мозаичное строение; встречаются сферолиты диаметром до 5 мм, образованные изогнутыми пластинками. О распространенных здесь закономерных срастаниях эвдидимита с эпидидимитом рассказано в очерке, посвященном последнему.



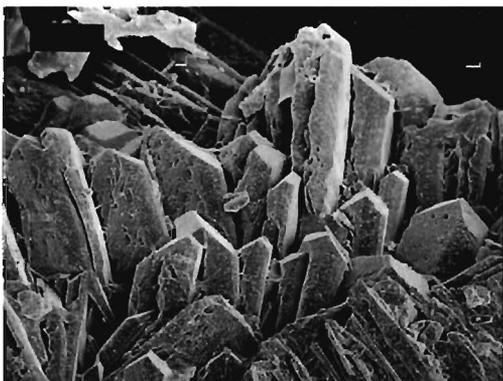
Эпитаксическое нарастание игольчатых кристаллов эпидидимита на пластинчатые — эвдидимита. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 500 $\times$ .



Ориентированное нарастание игольчатых кристаллов эпидидимита на пластинчатый кристалл эвдидимита. «Илеритовое»



Тройник эпидидимита



Кристаллы лейкофана (поверхность сферолита). РЭМ-фото. Ув. 750 $\times$ .

Таблица 16. Химический состав (мас. %) амезита (1) и слюд: мусковита (2–3), селадонита (4), ферроселадонита (5), флогопита (6), аннита (7–8), полилитионита (9), тайниолита (10–11) и широкшинита (12)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	нпо	нпо	0.40	нпо	0.27	0.30	нпо	0.11	нпо	0.19	нпо	7.01
K <sub>2</sub> O	нпо	11.39	10.34	9.70	8.10	9.59	9.50	9.93	11.24	10.47	19.14	10.18
CaO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.10	нпо	нпо	0.30	нпо	нпо
BaO	нпо	нпо	0.29	нпо	нпо	0.21	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
MgO	30.83	нпо	0.31	6.76	2.30	14.26	9.66	11.53	0.04	17.55	19.14	19.17
MnO	нпо	нпо	0.14	0.95	0.08	0.97	1.02	1.38	нпо	3.89	0.38	0.23
ZnO	нпо	нпо	нпо	0.13	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.87	нпо	нпо
FeO	0.11	2.57	0.20	21.41	25.43	11.43	26.14	23.34	0.09	0.46	0.99	1.54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31.62	32.98	37.98	нпо	3.26	7.86	7.89	10.34	14.21	0.68	0.07	0.24
SiO <sub>2</sub>	23.39	49.46	46.03	56.27	53.82	45.51	37.60	37.75	59.56	56.25	59.63	57.64
TiO <sub>2</sub>	0.28	нпо	нпо	нпо	1.06	3.30	2.98	1.72	нпо	1.36	0.82	0.16
F	нпо	не опр	1.01	не опр	не опр	не опр	9.19					
–O=F <sub>2</sub>								–0.43				–3.87
<b>Сумма</b>	<b>86.23</b>	<b>96.40</b>	<b>95.69</b>	<b>95.22</b>	<b>94.32</b>	<b>93.43</b>	<b>94.89</b>	<b>96.68</b>	<b>85.14</b>	<b>92.02</b>	<b>91.85</b>	<b>101.49</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: источники: 7 – Яковенчук и др., 1999; 12 – Pekov et. al., 2003; 1–6, 8–11 – данные настоящей работы. 1, 3, 4, 11 – «Илеритовое»; 8 – «Макинавитовое»; 10 – «Комаровитовое»

**Лейкофан** NaCaBeSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>F обнаружен недавно одним из авторов (И.П.) в старом образце, найденном на Кировском руднике в середине 70-х гг. XX в. Этот минерал образует в полости гидротермально переработанного пегматита серые полупрозрачные сферолиты (табл. 17, №2) диаметром до 2.5 мм и их сростки. Поверхность сферолитов образована четырехугольными призматически-пирамидальными головками грубых кристаллов. Ассоциирующие минералы – коричневатый кальцит, светло-зеленый натролит, фиолетовый флюорит, оранжевый леммлейнит-К, белый виноградит, а также более ранние калиевый полевой шпат, биотит и эгирин. В полостях пегматитового тела «Илеритовое» обнаружены бесцветные уплощенные псевдотетраэдрические кристаллы лейкофана до 1 мм.

**Амезит** Mg<sub>2</sub>Al[AlSiO<sub>5</sub>](OH)<sub>4</sub> впервые для Хибин установлен нами в «Илеритовом», в полостях среди измененного содалита. Тонкозернистые агрегаты амезита (табл. 16, №1) бледно-зеленого или сероватого цвета дают полные псевдоморфозы по хорошо оформленным тригонально-таблитчатым кристаллам до 0.3 мм неизвестного минерала, образованным гранями базопинакоида и острого ромбоэдра. Сплошные корки этих кристаллов, часто расщепленных вплоть до образования сферокристаллов, достигают 5 мм в поперечнике. Они нарастают на щетки зеленоватого натролита, ассоциируя с пиррофанитом, апатитом, кухаренкоитом-(La), бёмитом, пиррохлором, пиритом. Интересно, что идентичные по форме, но более крупные (до 5 мм) полные и частичные псевдоморфозы амезита по кристаллам минералов группы манассеита (в первую очередь, по квинтиниту) распространены в полостях родингитов Баженовского месторождения хризотил-асбеста на Среднем Урале (Антонов, 2003; персональное сообщение Н.В. Чуканова). Это позволяет с большой долей вероятности считать, что и в «Илеритовом» амезит заместил манассеит или квинтинит.

**Мусковит** KAl<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub> является одним из главных продуктов гидротермального изменения нефелина в породах и пегматитах. Такой тонкочешуйчатый мусковит разных цветов неоднократно описывался в литературе как «либенерит» и «калиевая гидрослюда» (Дорфман, 1962; Дудкин и др., 1964; Костылева-Лабунцова и др.,



а



б

Сростки расщепленных кристаллов **селадонита** на кальците. «Илеритовое». РЭМ-фото: а) ув. 1000 $\times$ ; б) ув. 1500 $\times$ .

1978b). Однако, количество калия в нем (~9.5 мас.%  $K_2O$ , по данным разных источников) соответствует нормальному мусковиту, а не гидрослюде — иллиту. По результатам исследования одного из авторов (И.П.), мусковитом (табл.16, №2) оказался и бежевый фарфоровидный «аллофан» (обр. № 4621 из коллекции Геологического музея КНЦ РАН), образующий псевдоморфозы по крупным, до 3.5 см, кристаллам нефелина в апатитовой породе, подвергшейся гидротермальной проработке. В полостях «Илеритового» мусковит (табл.16, №3) образует скопления бесцветных и желтоватых листочков до 1 мм в поперечнике, ассоциирующих с кварцем, анатазом, кальцитом, карбоцернаитом, гизингеритом и др.

**Селадонит**  $KMgFe^{3+}[Si_4O_{10}](OH)_2$  впервые для Хибин обнаружен на Кировском руднике Ф.М.Онохиным и изучен Е.И.Семеновым. Он образует зеленовато-голубые порошковатые массы в приразломных зонах, псевдоморфозы по кристаллам пироксена (до 4 мм), прокрашивает измененную породу (Е.И.Семенов, 1959а). Нами в полостях «Илеритового» обнаружена редкая безалюминиевая разновидность селадонита (табл.16, №4). Эта слюда дает здесь шестиугольные пластинчатые кристаллы до 0.05 мм, как правило расщепленные, их сростки и корочки, нарастающие на микроклин и кальцит и тесно ассоциирующие с эльпидитом, эпидидимитом, стронцианитом, доннейитом, пиритом и др. Корочки кристаллов селадонита на стенках каверн достигают 0.5 см в поперечнике. Минерал характеризуется очень насыщенным темно-зеленым цветом и сильным стекляннным блеском. Также здесь обычны тонкочешуйчатые серо-зеленые примазки селадонита.

**Ферроселадонит**  $KFeFe^{3+}[Si_4O_{10}](OH)_2$  (фото 54) установлен нами в гидротермально измененном пироксен-полевошпатовом пегматите, залегающем в ричесорритах гор. +252 м. Эта слюда (табл.16, №5) образует рыхлые порошковатые агрегаты зеленого цвета, покрывающие площадь более 1 м<sup>2</sup> на стенке выработки. В ассоциации с ним находятся черные мелкозернистые гнезда оксидов марганца и скопления тонкочешуйчатого мусковита, пропитанные гематитом.

**Флогопит**  $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$  (фото 55) согласно современной номенклатуре, объединяет триоктаэдрические слюды серии биотита с  $Mg > Fe^{2+}(VI)$  (Rieder *et al.*, 1998). Таким образом, более чем в половине случаев составы широко распространенного в мельтейгит-ургитах и ричесорритах месторождения биотита (см. Боруцкий, 1988) формально попадают в поле флогопита. Это же можно сказать о темно-коричневом биотите, который является обычным ранним минералом простых пегматитов Кукисвумчорра. При более поздней переработке этих пегматитов ультраагпаитовыми гидротермальными растворами флогопит становится неустойчив: например, в пегматитовом теле «Нейборитовое» он частично растворен и замещен нейборитом. Реликтовый флогопит с разным Mg/Fe-отношением встречается в гидротермально измененных пегматитах. Так, он образует коричневые шестиугольные призматические кристаллы длиной до 3.5 см, расщепленные в форме снопа, в полостях с кальцитом, флюоритом,

лейкофаном, леммлейнитом-К и др. Похожие расщепленные кристаллы до 2–3 см, иногда с эпитаксией тайниолита и каймой полилитионита, встречаются в «Илеритовом» в ассоциации с кальцитом, нарсарсукитом, нептунитом и др. Очень эффектные сферокристаллы типа «барботова глаза» до 7 см в диаметре образует темно-коричневый флогопит-«сподиофиллит» (табл. 16, №6) в натролитовой зоне одного из пегматитов гор. +252 м. Он ассоциирует с розовым и полихромным фторапофиллитом, эгирином, пектолитом, ильменитом.

**Аннит**  $K(Fe,Mg)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$  (фото 56) объединяет биотиты с  $Fe^{2+}(VI) > Mg$  (Rieder *et al.*, 1998). Слюда такого состава (ранее для Хибин она обычно описывалась как лепидомелан) менее распространена в породах и простых пегматитах, чем биотит с  $Mg > Fe$ , но тоже не является редкостью (Боруцкий, 1988). В пегматитах Кукисвумчорра иногда встречаются пластины черного аннита до 20 см в поперечнике (Е.И.Семенов, 1959а). В кавернозной гидротермально переработанной части «Макинавитового» в изобилии находятся хорошо образованные кристаллы коричнево-черного аннита (табл. 16, №8), являющиеся реликтом ранней ассоциации. Они имеют призматическую или бочонковидную форму, вытянуты вдоль [001] и достигают в длину 8 см. Эти кристаллы (моноклинная симметрия, класс 2/m) образованы гранями {001}, {010}, {110}, {hhl} и {–hhl}. Интересны деформированные кристаллы, напоминающие лестницу: они состоят из нескольких блоков, последовательно сдвинутых по спайности в одном направлении. Аннит в полостях «Макинавитового» часто обрастает «воротничками» натролита.

**Полилитионит**  $KLi_2Al[Si_4O_{10}]F_2$  обнаружен нами в «Илеритовом», где образует бесцветные эпитаксические каймы (табл. 16, №9) толщиной до 0.5 мм на коричневых шестиугольных призматических кристаллах флогопита, которые ассоциируют с микроклином, натролитом, нарсарсукитом, лабунцовитом-Мп, лампрофиллитом, сфалеритом и др.

**Тайниолит**  $KLiMg_2[Si_4O_{10}]F_2$  установлен нами в полостях «Комаровитового» (Пеков и др., 2002), где образует нарастающие на микроклин, апатит и лоренценит шеточки и корки, сложенные прозрачными светло-коричневыми шестиугольными листочками (табл. 16, №10) до 1.5 мм в поперечнике, обычно расщепленными. В «Илеритовом» серый тайниолит (табл. 16, №11) в виде шестиугольных призм и табличек (до 1.5 см), иногда скелетных, эпитаксически нарастает на темно-коричневый флогопит в тесной ассоциации с натролитом, кальцитом, флюоритом, эгирином, нарсарсукитом, лабунцовитом-Мп, нептунитом и др.

**Широкшинит**  $KNaMg_2[Si_4O_{10}]F_2$  (фото 58) — новый минерал, эндемик Кукисвумчорра, открытый нами в составе гидротермального парагенезиса в пегматите, залегающем близ контакта с апатитовой породой в ийолитуртигах гор. +252 м. Это изоструктурный аналог тайниолита, в котором атом Li полностью замещен на Na, — первая слюда, где достоверно установлено вхождение атомов натрия в октаэдрический слой (Рекон *et al.*, 2003). Ранняя ассоциация пегматита включает микроклин, эгирин, содалит, ферсманит. На стенки полостей нарастают натролит, лоренценит, куллетскит, широкшинит, леммлейнит-К, кальцит, ремондит-(Се), доннейит, маккельвиит и галенит. Широкшинит (табл. 16, №12) образует бесцветные или светло-серые, иногда с зеленоватым оттенком кристаллы до 2.5 x 1.5 мм и их сростки. Кристаллы имеют форму шестиугольных призм, обычно несколько вытянутых вдоль [001]. Они образованы гранями {010}, {110}, {001} и, вероятно, {11–1}. Практически все кристаллы в той или иной мере расщеплены, грани пинакоида {001} и, соответственно, спайные поверхности сферически искривлены. Наиболее сильно расщепленные кристаллы имеют сноповидный облик. Очень часто встречаются скелетные кристаллы, причем двух типов — в виде пустых «футляров», иногда решетчатых, или же снежинкообразные. Иногда оба типа скелетных форм наблюдаются в одном кристалле. «Снежинки» и «решетки» образованы игольчатыми и уплощенно-призматическими субиндивидами длиной до 0.6 мм, дающими три системы, пересекающихся под углами ~60°. Под микроскопом в поляризованном свете все они погасают одновременно, т.е. это действительно формы скелетного роста, а не результат полисинтетического двойникования.

**Монтмориллонит**  $Ca_{0.3}(Al,Mg)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$  — характерный минерал поздних высококальциевых гидротермалитов. Обычно он заполняет полости в кальцит-цеолитовых прожилках в виде белых, серых, розовых, желтоватых землистых или мылоподобных агрегатов (Ловская и др., 2002). Встречаются трещины в ийолитуртигах, заполненные практически мономинеральным монтмориллонитом, имеющим скорее всего позднегидротермальную природу.

**Нонтронит**  $\text{Na}_{0.3}\text{Fe}_2[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  в виде желто-зеленых и оливково-зеленых рыхлых и плотных агрегатов развивается в приразломных зонах выветривания ийолит-уртитов на верхних горизонтах месторождения. Иногда он замещает пироксен (Костылева-Лабунцова и др., 1978b).

**Сапонит**  $\text{Ca}_{0.15}(\text{Mg},\text{Fe})_3[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  встречается в значительных количествах в зонах пересечения тел поздних высококальциевых гидротермалитов с дайками мончикитов, являющихся, вероятно, источником магния: в аналогичных образованиях, секущих мельтейгит-уртиты, вместо сапонита наблюдается монтмориллонит (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Впервые кукисвумчоррский сапонит (табл. 17, №1), образующий почти мономинеральные скопления мощностью до 10 м, был описан в 1937 г. П.Н. Чирвинским и В.А. Егоровым: «...свежий, только что взятый из выработки по цвету и по консистенции напоминает свиное сало или твердое сливочное масло. После высыхания становится хрупким и напоминает каменный мозг (каолин)... Наощупь жирен. К языку не липнет... Излом раковистый. Цвет снежно-белый. Блеск слабый, жирный. При микроскопическом исследовании в капле воды можно убедиться, что мы имеем дело с очень тонкозернистым агрегатом бесцветных анизотропных пластинок и сферолитов. Сферолиты имеют обычно размеры 0.01–0.02 мм.» (Бонштедт и др., 1937). Еще одна зона существенно сапонитового состава, пересекающая дайку мончикита, была позже вскрыта на гор. +446 м (Дорфман, 1962).

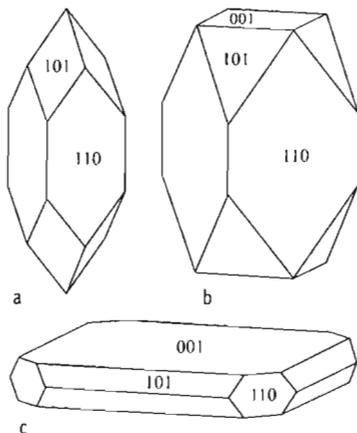
**Фторапофиллит**  $\text{KCa}_4[\text{Si}_8\text{O}_{20}]\text{F} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  на месторождении в небольших количествах встречен в составе позднегидротермальных парагенезисов многих пегматитов. Обычно он находится в полостях, где дает хорошо образованные прозрачные кристаллы (тетрагональная симметрия, класс 4/mmm) различной формы. Так, в эгирин-содалит-микроклиновом пегматите (гор. +252 м) розовые изометричные кристаллы фторапофиллита до 4 мм, образованные гранями {101}, {103}, {110} и {001}, нарастают на пектолит в ассоциации с сульфидами, флюоритом, кальцитом (Яковенчук и др., 1999). Здесь же встречены розетки фторапофиллита (табл. 17, №5), достигающие в поперечнике 5 см, образованные грубопризматическими розовыми и полихромными розово-желтыми индивидами, ассоциирующими со сферокристаллами флогопита, содалитом, натролитом, эгирином, ильменитом. В полостях на натролите и микроклине в осевой зоне «Беловитового» наблюдаются щетки удлиненных вдоль [001] бесцветных кристаллов (табл. 17, №3) до 1 мм, образованных гранями {110} и {101}, иногда с развитым пинакоидом {001}. В полостях пегматита, вскрытого выработкой гор. +172 м, бесцветные и розоватые кристаллы фторапофиллита (табл. 17, №6) той же формы достигают 2.5 x 0.6 x 0.6 см. Они находятся в ассоциации с микроклином, эгирином, лампрофиллитом, манганнептунитом, лабунцовитом-Мп, стронцианитом. В «Таумаситовом» на микроклин и флогопит нарастают уплощенные вдоль [001] таблитчатые бесцветные кристаллы фторапофиллита (табл. 17, №4) до 2 мм, ассоциирующие с натролитом, баритом и более поздним таумаситом. Характерен фторапофиллит и для высококальциевых гидротермалитов, где обычно дает изометричные или таблитчатые бесцветные кристаллы (табл. 17, №7) до 2–3 мм, а также снежно-белые тонкозернистые шарики (табл. 17, №8) до 2 мм в диаметре. Кукисвумчоррский минерал беден натрием (до 0.15%  $\text{Na}_2\text{O}$ ), а в высококальциевых гидротермалитах обогащен алюминием (2.8–3.3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).



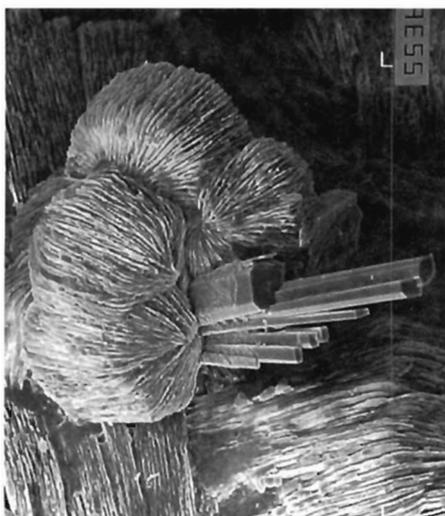
Скелетный кристалл широкшинита. РЭМ-фото. Ув. 100 $^\circ$ .



Кристалл фторапофиллита из кальцицеофиллитового прожилка. РЭМ-фото. Ув. 500 $^\circ$ .



Кристаллы фторапофиллита: а-б — «Беловитовое», с — «Таумаситовое»



а



б



с

Сферокристаллы цеофиллита с призматическими кристаллами томсонита-Са.

РЭМ-фото: а) ув. 1000 $\times$ , б) ув. 750 $\times$ , с) ув. 350 $\times$ .

**Цеофиллит**  $\text{Ca}_{12}[\text{Si}_{10}\text{O}_{28}]\text{F}_6(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  обнаружен нами в одном из прожилков поздних высококальциевых гидротермалитов, вскрытом на Юкспорском крыле Кировского рудника. Мощность этого прожилка, секущего уртиты, в раздувах составляет 3–4 см. В его осевой зоне наблюдаются две встречно-сросшиеся корочки цеофиллита, дающие в сечении «шнур» общей мощностью до 1 мм. Эти корочки состоят из расщепленных листочков. В тех случаях, когда в центре прожилка появляются открытые полости, они оказываются инкрустированными сплошными сферолитовыми корочками цеофиллита, обычно нарастающими на кальцит. Иногда цеофиллит дает в полостях шестиугольные пластинчатые кристаллы до 1 мм, обычно расщепленные вплоть до образования полных сферокристаллов, а также их червеобразные сrostки-«гельминты», тесно ассоциирующие с томсонитом-Са, тоберморитом и фторапофиллитом. Цеофиллит (табл. 17, №9) бесцветный, прозрачный, со слюдоподобной спайностью и характерным перламутровым блеском. В отличие от материала других хибинских находок этого минерала, он практически не содержит примеси Sr (Ловская и др., 2002b).

**Дельхайелит**  $\text{K}_3\text{Na}_2\text{Ca}_2[(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{19}](\text{F},\text{Cl})_2$  (фото 60) встречается только в составе ультраагпаитовых пегматитов «расвумчоррского типа», где тесно ассоциирует с другими высококальциевыми безводными и низководными минералами: ортоклазом, фенакситом, канаситом, джерфишеритом, расвумитом, шербаковитом, магнезиоастрофиллитом, вадеитом, а также с эгирином, нефелином, эвдиалитом, цирсиналитом, лампрофиллитом, ломоносозитом, виллиомитом, накафитом и др. Очень много дельхайелита было обнаружено в крупном пегматите, вскрытом при проходке вентиляционного уклона Кировского рудника. Здесь его мономинеральные скопления достигали 30 см в поперечнике (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). В рихсчорритах встречаются пегматитовые прожилки мощностью до 5 см, где дельхайелит наряду с эвдиалитом, лампрофиллитом, фенакситом и эгирином играет роль породообразующего минерала. Кристаллы кукисвумчоррского дельхайелита, достигающие 7–8 см, имеют призматическую форму, ромбовидное или шестиугольное поперечное сечение и грубые пирамидальные головки. Свежий минерал (табл. 17, №10) прозрачный, серый или зеленовато-серый, со слюдоподобной спайностью и сильным перламутровым блеском на ее плоскостях. Под воздействием позднего гидротермальных растворов или поверхностных вод он легко изменяется, белеет, теряет блеск, прозрачность и переходит в гидродельхайелит. Широко развито гидротермальное замещение дельхайелита пектолитом.

**Гидродельхайелит**  $\text{KCa}_2\text{H}_2[(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{19}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , описанный М.Д.Дорфманом и М.И.Чираговым (1979) как новый минерал из пегматитов горы Расвумчорр, встречен одним из авторов (И.П.) и на Кировском руднике. Он образует непрозрачные белые с тусклым шелковистым блеском псевдоморфозы по кристаллам дельхайелита (до 3 см длиной) в гидротермально измененных пегматитовых прожилках, секущих рихсчорриты и уртиты Саамского карьера. Гидродельхайелит ассоциирует с калиевым полевым шпатом, эгирином, эвдиалитом и лампрофиллитом, а также с псевдоморфозами ловозерита по цирсиналиту, мурманита по ломоносозиту и гизингерита по фенакситу.

Таблица 17. Химический состав (мас. %) сапонита (1), лейкофана (2), фторапофиллита (3–8), цеофиллита (9), дельхайелита (10), неонокита (11) и гизингерита (12)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	нпо	12.58	0.13	0.10	0.03	0.13	0.14	0.09	0.14	6.90	2.56	4.63
K <sub>2</sub> O	нпо	нпо	4.63	4.41	4.66	4.74	4.51	4.33	нпо	18.25	0.91	0.14
CaO	2.97	20.90	23.38	23.14	23.50	23.29	23.05	23.29	46.51	12.96	0.31	0.32
SrO		0.16	нпо	нпо	0.15	нпо	нпо	нпо	0.23	нпо	нпо	нпо
MgO	22.93	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.08	0.05	нпо	2.04	3.72
MnO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.07	0.15	26.64	1.90
FeO	0.02	0.03	нпо	0.11	1.19	37.96						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.78	0.02	0.33	0.96	0.03	нпо	2.91	3.28	2.37	5.78	3.13	2.27
SiO <sub>2</sub>	43.24	46.50	50.74	48.85	51.03	50.78	46.69	46.59	37.94	46.80	41.94	36.31
F	нпо	5.88	2.38	1.86	2.28	2.26	2.02	2.06	9.98	4.27	нпо	нпо
-O=F <sub>2</sub>		-2.48	-1.00	-0.78	-0.96	-0.95	-0.85	-0.87	-4.20	-1.80		
<b>Сумма</b>	<b>99.53*</b>	<b>83.59</b>	<b>80.59</b>	<b>78.54</b>	<b>80.72</b>	<b>80.25</b>	<b>78.47</b>	<b>78.85</b>	<b>93.09</b>	<b>96.65*</b>	<b>81.34*</b>	<b>87.25</b>

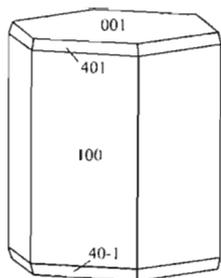
ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 1 — H<sub>2</sub>O\* 8.71, H<sub>2</sub>O— 12.88; 10 — SO<sub>3</sub> 0.49, Cl 3.54, -O=Cl<sub>2</sub> -0.80; 11 — TiO<sub>2</sub> 1.64, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.98. Источники: 1 — Дудкин и др., 1964; 2–12 — данные настоящей работы. 3, 11 — «Беловитовое»; 4 — «Таумаситовое»; 12 — «Илеритовое»

**Макатит** Na[Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(OH)]·2H<sub>2</sub>O, диагностированный по рентгенограмме, на Кукисвумчорре отмечен в ультраагпаитовых гидротермалитах с содовыми карбонатами, где присутствует в незначительных количествах (Khomyakov, 1995).

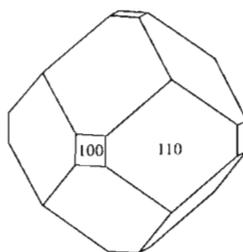
**Гизингерит** Fe<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>·nH<sub>2</sub>O (фото 57), представленный натрийсодержащей разновидностью — «чинглузитом», является обычным продуктом низкотемпературного гидротермального и гипергенного изменения фенаксита. Он в виде хрупких массивных агрегатов темно-коричневого цвета со смолистым блеском и раковистым изломом образует многочисленные гнезда размерами до нескольких сантиметров в измененных жильных пегматитах «расвумчоррского типа» в ассоциации с гидродельхайелитом, мурманитом, эвдиалитом, лампрофиллитом, ортоклазом, эгирином. Также гизингерит найден нами в полостях «Илеритового», где является одним из самых поздних минералов. Он образует здесь сферолитовые корки толщиной до 1 мм, черные с поверхности и полупрозрачные красно-коричневые на изломе. Также встречаются его изогнутые червеобразные обособления, собранные в ветвистые «кустики» размером до 3 мм. Гизингерит (табл. 17, № 12) покрывает щетки микроклина, кальцита, анкерита, кварца, анатаза, доннейита и пирита.

**Неонокит** (Mn,Fe)SiO<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O установлен нами в центральной зоне пегматитового тела «Беловитовое», где образует псевдоморфозы по призматическим кристаллам минерала ряда пектолит-серандит длиной до 10 см, расположенные среди натролита. Неонокит (табл. 17, № 11) полупрозрачен, имеет смолистый блеск и коричнево-черный, а в тонких сколах красно-коричневый цвет.

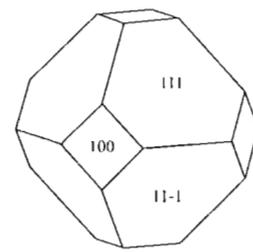
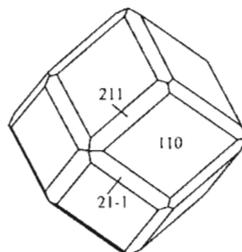
Калиевые и калиево-натриевые полевые шпаты являются главными породообразующими минералами нефелиновых сиенитов, а в мельтейгит-уртигах присутствуют в подчиненных количествах. Ортоклаз и микроклин — ведущие минералы в большинстве типов пегматитов, обычны они и для гидротермалитов. Значительно менее распространен альбит. В основном он образует лейстовые включения в калиево-натриевых полевых шпатах и пертиты их распада (Боруцкий, 1988). Подробное рассмотрение полевых шпатов не входит в задачу нашей работы, тем более что не всегда установлено, с каким именно калиевым полевым шпатом мы имеем дело в том или ином случае.



Кристалл нефелина



Кристаллы содалита



**Ортоклаз**  $KAlSi_3O_8$  — главный породообразующий калиевый полевой шпат большинства магматических пород. Он нередко доминирует и в пегматитах, образуя монокристалльные зерна размерами до десятков сантиметров. В некоторых пегматитах, в том числе «расвумчоррского типа», обычен зеленый или бесцветный прозрачный адуляр (Боруцкий, 1988). Кристаллы ортоклаза (моноклинная симметрия, класс  $2/m$ ) из рихсчорритов Кукисвумчорра имеют таблитчатую или брусковидную форму и образованы гранями  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{20-1\}$ ,  $\{10-1\}$  и  $\{11-1\}$  (Солодовникова, 1959).

**Микроклин**  $KAlSi_3O_8$  также является важнейшим минералом пород и простых пегматитов, но в количественном отношении он уступает ортоклазу (Боруцкий, 1988). В то же время, это наиболее распространенный полевой шпат позднепегматитовых и гидротермальных ассоциаций. Блоки микроклина достигают десятков сантиметров, а в полостях обычны щетки его хорошо образованных кристаллов, одиночных или sdвойникованных.

**Альбит**  $NaAlSi_3O_8$  в виде макроскопических выделений в пегматитах месторождения сравнительно редок и встречается главным образом в составе поздних ассоциаций, в полостях, где образует щеточки мелких уплощенных кристаллов.

**Нефелин**  $(Na,K)AlSiO_4$  (фото 1, 59) — главный минерал мельтейгит-уртитов (его содержание достигает здесь 90% и более) и один из главных компонентов нефелиновых сиенитов, рихсчорритов, нефелин-апатитовых пород и простых пегматитов (Боруцкий, 1988). Его монокристалльные зерна достигают в пегматитах первых десятков сантиметров. Обычно нефелин темный серо-зеленый, коричневый, серый, реже зеленовато-желтый, с характерным жирным блеском. В апатитовых породах, особенно в участках их контакта с крупными пегматитами, среди сахаровидного апатита наблюдаются хорошо ограненные изометричные или несколько вытянутые вдоль главной оси кристаллы (гексагональная симметрия, класс 6) нефелина (табл. 18, №6) до 4–5 см. Они обычно образованы только гранями гексагональной призмы  $\{100\}$  и моноэдров  $\{001\}$  и  $\{00-1\}$ , иногда в качестве узких поясков развиты грани пирамид  $\{101\}$ ,  $\{201\}$ ,  $\{401\}$  и их аналогов с  $-1$ . В ассоциации с ними встречаются прекрасно образованные кристаллы эвдиалита, пироксена, титанита (Pekov, Podlesnyi, 1995).

**Кальсилит**  $(K,Na)AlSiO_4$  установлен в апатит-нефелиновых породах месторождения в виде включений до 0.2 мм неправильной формы в нефелине и содалите (Боруцкий и др., 1976). Также он образует симплектитовые вроски до 5 мм в ортоклазе рихсчорритов (Боруцкий, 1988).

**Содалит**  $Na_4[AlSiO_4]_3Cl$  (фото 61, 105) в небольших количествах обычен для магматических пород, где развивается по нефелину. Наибольшие скопления и самые крупные индивиды (до 20 см и более) содалита приурочены к пегматитам. В простых пегматитах и пегматитах «расвумчоррского типа» малиновый, но быстро теряющий на свету окраску и становящийся зеленовато-серым содалит-гакманит иногда слагает участки длиной до 0.5 м. Ярко-синий полупрозрачный содалит (табл. 18, №9) в виде обособлений до 5 см в ассоциации с биотитом и пироксеном найден нами на Северном карьере. В ультраапатитовых пегматитах, особенно с содовой минерализацией, обычны хорошо ограненные кристаллы (кубическая симметрия, класс  $-43m$ ) содалита до 7–10 см, реже до 15–20 см в поперечнике, и их щетки в полостях. Как правило, это ромбододекаэдры, иногда с гранями куба, реже встречаются кристаллы кубооктаэдрического габитуса. Содалит неустойчив в позднегидротермальных условиях и легко замещается мелкозернистым натролитом и/или ортоклазом. Псевдоморфозы эти могут быть как полными, так и частичными, с сохранившимися в ядре реликтами ма-

Таблица 18. Химический состав (мас. %) калиевого полевого шпата (1–4), нефелина (5–6), содалита (7–8) и канкрисилита (10–11)

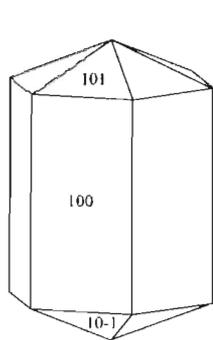
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> O	0.58	0.32	0.31	0.04	15.47	16.53	23.19	25.32	25.17	21.80	22.71
K <sub>2</sub> O	15.38	15.90	17.34	16.78	6.09	7.92	1.99	0.19	0.27	0.02	нпо
CaO	0.56	нпо	0.03	нпо	0.57	нпо	нпо	0.05	0.03	0.65	0.75
BaO	1.20	нпо	0.08	нпо		нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
MgO	0.08	нпо	нпо	нпо	0.19	нпо	нпо	нпо	нпо	0.03	нпо
MnO	нпо	нпо	0.02	0.05		0.05	нпо	нпо	нпо	0.05	нпо
FeO	0.09				0.32						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.69	нпо	0.03	0.02	1.14	1.24	1.09	0.29	нпо	0.24	0.49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.28	17.66	18.85	18.37	33.42	33.52	30.74	30.89	31.43	29.72	27.16
SiO <sub>2</sub>	62.06	65.98	63.30	63.89	42.41	41.07	37.67	36.62	35.57	43.53	40.43
TiO <sub>2</sub>	0.06				0.01		0.06				
Cl		нпо	нпо	нпо		нпо	5.33	6.31	7.66	0.04	0.09
S		нпо	нпо	нпо		нпо	0.29	нпо	0.02	0.05	нпо
–O=(Cl <sub>2</sub> ,S)							–1.34	–1.42	–1.74	–0.03	–0.02
<b>Сумма</b>	<b>99.98</b>	<b>99.86</b>	<b>99.96</b>	<b>99.15</b>	<b>100.57*</b>	<b>100.33</b>	<b>99.57*</b>	<b>98.25</b>	<b>98.41</b>	<b>96.41*</b>	<b>91.61</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 5 — H<sub>2</sub>O\* 0.02, ппп 0.93; 7 — H<sub>2</sub>O- 0.39; 10 — SrO 0.30.

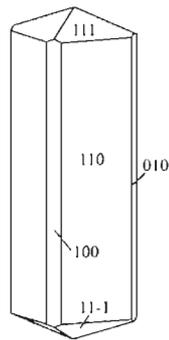
Источники: 1 — Солодовникова, 1959; 7 — Дудкин и др., 1964; 5 — Самсонова, 1973; 8 — Яковенчук и др., 1999; 2–4, 6, 9–11 — данные настоящей работы. 3, 4, 11 — «Илеритовое» (3 — ранний блоковый микроклин, 4 — щетки позднего зеленоватого микроклина); 9 — Северный карьер.

линового содалита («Комаровитовое», пегматиты Содового кварцшлага). В «Доннейит-маккельвиитовом» встречены полные псевдоморфозы бежевого натролита и ортоклаза по прекрасно образованным ромбододекаэдрам содалита до 20 см; одна такая псевдоморфоза, имеющая в поперечнике 15 см, хранится в Геологическом музее КНЦ РАН (обр. № 5960/1, дар геолога Л.И. Баранова). В гидротермально переработанном ядре другого пегматита одним из авторов (А.П.) встречены псевдоморфозы натролита предположительно по содалиту. Это хорошо образованные темно-серые ромбододекаэдры с гранями тригонритетраэдров {211} и {21–1}, достигающие в поперечнике 6 см (такие же, но грубее оформленные псевдоморфозы здесь достигают 20 см), и их сростки. В ядре этих псевдоморфоз на сколе можно видеть шестилучевую звезду, образованную тремя системами пересекающихся под углами ~60° прямых линий, которая напоминает систему двойников полиморфного перехода в лейците. В связи с этим нельзя исключить, что и здесь протофазой был не содалит, для которого такое двойникование неизвестно, а некий лейцитоподобный высокотемпературный минерал.

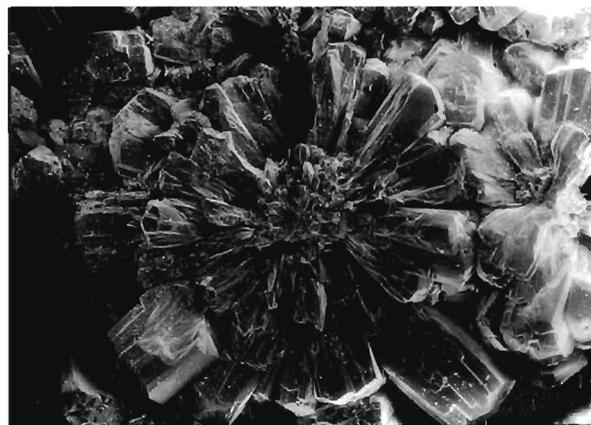
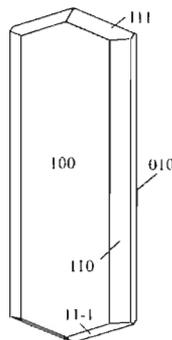
**Канкринит** Na<sub>6</sub>Ca<sub>2</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>24</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> в небольших количествах развивается по нефелину в породах и простых пегматитах, а также слагает самостоятельные гнезда и прожилки до нескольких сантиметров в мельтейгит-уртитях. Он имеет обычно желтоватый цвет и ассоциирует с биотитом, эгирином, натролитом. Шестиугольные призматические кристаллы канкринита длиной до нескольких сантиметров, чаще всего окрашенные в коричневый или серый цвет, отмечались в ряде работ как характерная составляющая кукисвумчоррских ультрагипитовых пегматитов с виллиомитом и карбонатами натрия (Хомяков, 1990; Пеков, Чуканов, 1996; Яковенчук и др., 1999). Однако, наши последние данные показали, что в этих пегматитах обычно присутствует не канкринит, а его высококремнистый практически чисто натриевый аналог — канкрисилит. Псевдоморфозы натролита по хорошо образованным шестиугольным призматическим кристаллам с пирамидальными головками, развитые во многих гидротермально измененных пегматитах, несомненно, являются псевдоморфозами по канкриниту или канкрисилиту. Самые крупные из них, встреченные в центральной зоне «Комаровитового», достигают 25 x 7 см.



Кристалл канкрисилита



Кристаллы натролита



Розетка гоннардита. РЭМ-фото. Ув. 30х. Фото: Е.Ловская.

**Канкрисилит**  $\text{Na}_7\text{Al}_5\text{Si}_7\text{O}_{24}(\text{CO}_3)\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , (фото 22, 62) открытый в Ловозерском щелочном массиве (Хомьяков и др., 1991), впервые за его пределами был найден недавно на горе Коашва в Хибинах (Пеков и др., 2000d). На Кукисвумчорре он установлен нами в значительных количествах. Это породообразующий, наряду с калиевым полевым шпатом и эгирином, минерал ультраапатитовых пегматитов гор. +252 м. Агрегаты его кристаллов (гексагональная симметрия, класс 6), образованных гранями призмы {100} и пирамид {101} и {10-1} и достигающих в длину 5 см, обычно располагаются во внутренней зоне жил, нередко инкрустируя стенки полостей. На них нарастают виллиомит, пирсонит, трона, расвумит, кальборсит, тулюокит и другие ультращелочные минералы. Как правило, кристаллы канкрисилита (табл. 18, №10) имеют прозрачное коричневое или розово-коричневое ядро и матовую серую внешнюю зону. Такой же по облику канкрисилит встречен и в обогащенных содалитом участках «Илеритового» (табл. 18, №11).

**Уссингит**  $\text{Na}_2\text{AlSi}_3\text{O}_8(\text{OH})$  отмечался для Кукисвумчоррского месторождения П.Н.Чирвинским (Бонштедт и др., 1937), а затем М.Д.Дорфманом с соавторами (1969). В последней работе говорится о кристаллах уссингита на стенках полости с лампрофиллитом и натроном. Однако, никаких диагностических данных для кукисвумчоррского уссингита не публиковалось, и факт находки его здесь требует подтверждения.

**Натролит**  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (фото 63, 64, 65, 66, 68) является наиболее широко распространенным цеолитом на месторождении, как и в целом в Хибинах. Он характерен для гидротермальных ассоциаций практически всех типов и часто выступает главным минералом ядер пегматитовых тел. Нередки на Кукисвумчорре и самостоятельные натролитовые жилы. Необычайным морфологическим разнообразием при сравнительно небольшом наборе простых форм кристаллов характеризуется натролит из полостей, особенно крупных, в пегматитах и гидротермалитах. Здесь найдены одни из лучших в мире штуфов натролита; этот цеолит можно с полным правом назвать минералом-символом Кукисвумчоррского месторождения. Его грубообразованные кристаллы (ромбическая симметрия, класс  $m\bar{2}$ ) достигают здесь размеров 35 x 15 x 15 см (Borodip, Pekov, 1995), а идеально ограненные — 10 x 3 x 3 см. Самые эффектные образцы кукисвумчоррского (и хибинского вообще) натролита — это сростки и друзы таких кристаллов; лучшие из них найдены одним из авторов (А.П.) в 1992 г в крупной полости пегматита, вскрытого наклонной выработкой немного выше вентиляционного квершлага № 7 гор. +252 м. Наиболее часто кристаллы натролита имеют брусковидную форму: пояс их призмы образован различными комбинациями граней {110}, {100} и {010}, а головка — гранями {111}. Существенно реже наблюдаются грани {120}, {311}, {511}, {331}, развитие обычно слабо. Натролит относится к гемиморфному классу симметрии, и грани нижней головки имеют индекс  $-l$ . Однако, реальные двухконечные кристаллы этого минерала практически всегда обнаруживают равное развитие обеих головок. Не менее, чем правильные, распространены здесь искаженные кристаллы натролита — игольчатые с округлым поперечным сечением, удлиненно-пластинчатые, обелисковидные, расщепленные в разной степени. Натролит образует друзовые сростки, щетки и корочки, сферолитовые и хаотические агрегаты, халцедоновидные массы, псевдоморфозы по содалиту, канкриниту, нефелину и некоторым другим минералам. Он прозрачен до полупрозрачного, бесцветный, бе-

Таблица 19. Химический состав (мас. %) натролита (1), паранатролита (2–4), гоннардита (5–6), кальборсита (7–8), томсонита-Са (9–10) и анальцима (11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> O	15.33	15.15	15.04	15.94	9.77	16.38	0.13	нпо	3.47	3.71	14.47
K <sub>2</sub> O	0.06	2.60	0.94	0.20	0.54	0.51	28.45	29.39	0.05	нпо	
CaO	0.09	0.27	0.22	нпо	3.78	0.02	нпо	нпо	9.60	12.91	0.03
SrO	0.16	нпо	0.14	нпо	1.35	нпо	0.02	нпо	7.75	2.49	
MgO	0.02	нпо	0.03	нпо	0.54	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	0.12	0.06	2.91	0.06	нпо	нпо	нпо	нпо	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.25	28.40	28.93	27.20	25.02	28.13	22.10	21.77	29.70	30.82	23.08
SiO <sub>2</sub>	47.24	40.23	40.96	43.95	42.87	45.77	37.81	37.51	36.21	36.35	55.47
Cl							3.84	3.16			
–O=(F,Cl) <sub>2</sub>							–0.89	–0.71			
<b>Сумма</b>	<b>89.16</b>	<b>100.13*</b>	<b>86.26</b>	<b>81.41</b>	<b>86.78</b>	<b>90.87</b>	<b>95.64*</b>	<b>91.12</b>	<b>86.78</b>	<b>86.56*</b>	<b>93.05</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 2 — H<sub>2</sub>O 13.48; 7 — F 0.05, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.13; 10 — BaO 0.25.

Источники: 2 — Хомяков и др., 1986; 7 — Пеков, Чуканов, 1996; 8, 11 — Яковенчук и др., 1999; 9 — Пеков и др., 2001; 1, 3–6, 10 — данные настоящей работы.

1 — Северный карьер; 4 — «Нейборитовое»; 6 — Саамский карьер

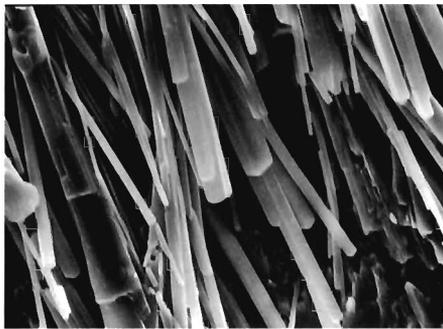
лый или серый, реже светло-зеленый, желтоватый, коричневатый, розовый, оранжевый, голубоватый; иногда окраска обусловлена тонкими включениями других минералов (эгирин, гематит, флюорит, ринкит, лампрофиллит) или темного битуминозного вещества. Эффектны так называемые «мышинная» и «дикобразовая» разновидности натролита. Первая представляет собой «пушистые» щетки мелкоигльчатых кристаллов мышино-серого цвета, а вторая — друзы, состоящие из длинных остроконечных индивидов, окраска которых характеризуется сменой полос белого и коричневатого-серого цветов вдоль удлинения, наподобие игл дикобраза. Нередко в одной полости присутствует натролит нескольких генераций, различающихся по морфологии и окраске. С этим цеолитом ассоциирует большинство гидротермальных минералов месторождения.

**Гоннардит** (Na,Ca)<sub>3–4</sub>[(Si,Al)<sub>10</sub>O<sub>20</sub>]·4–6H<sub>2</sub>O, являющийся неупорядоченным тетрагональным аналогом натролита, на месторождении в основном представлен низкокальциевой разновидностью — так называемым тетранатролитом. Он впервые диагностирован здесь А.П.Хомяковым; на кукисвумчоррском материале была изучена кристаллическая структура «тетранатролита» с полностью разупорядоченным расположением атомов Si и Al (Михеева и др., 1986). А.П.Хомяков (1990) отмечает прожилки белого «тетранатролита» и его сферолитовые корки в полостях пегматитов и считает, что все они представляют собой псевдоморфозы по паранатролиту. Ю.П.Меньшиковым гнезда (до 5 см) снежно-белого мелкозернистого «тетранатролита» (табл. 19, №6) обнаружены в натролит-пектолитовой жиле, секущей ийолиты Саамского карьера. Са-содержащий гоннардит (табл. 19, №5) в виде корочек и розеток белых грубопризматических кристаллов до нескольких миллиметров встречается в прожилках высококальциевых гидротермалитов. В отличие от натролита, здесь это обычно один из самых поздних минералов.

**Паранатролит** Na<sub>2</sub>K<sub>0.25</sub>[Al<sub>2.25</sub>Si<sub>2.75</sub>O<sub>10</sub>]·3H<sub>2</sub>O является типичным минералом высокощелочных гидротермалитов Кукисвумчорра и подчас находится в значительных количествах. Он формирует прожилки в ийолит-уртитовых и апатит-нефелиновых породах, а в полостях и трещинах пегматоидных уртитов дает корки толщиной до 1 см, которые образованы сноповидными и параллельно-шестоватыми агрегатами тесно сросшихся бесцветных прозрачных индивидов (табл. 19, №2) размерами до 5 x 0.5 мм (Хомяков и др., 1986; Хомяков, 1990). Обычно паранатролит кристаллизуется позже натролита, но в прожилках с амичитом он слагает зоны (табл. 19, №3) мощностью до 0.5 см в основании щеток зелено-

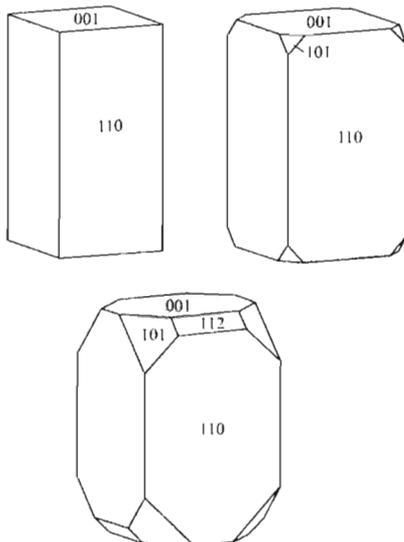


a



b

Кристаллы паранатролита.  
«Нейборитовое». РЭМ-фото:  
а) сноповидные сростки — ув. 100<sup>×</sup>; б) ув. 1800<sup>×</sup>.



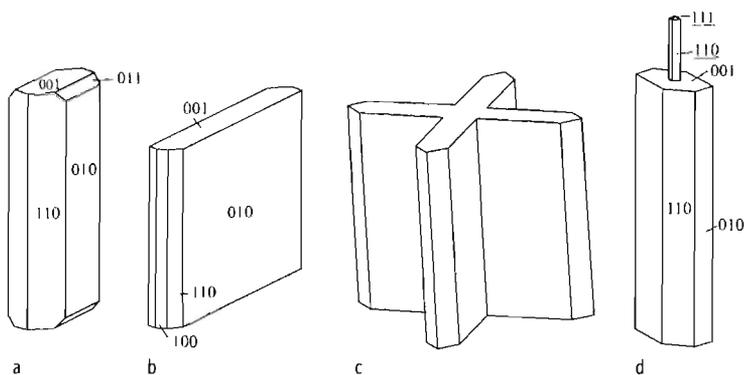
Кристаллы кальборсита

го натролита. Самые эффектные образцы паранатролита происходят из полостей пегматитового тела «Нейборитовое». Здесь этот цеолит образует метёлкообразные сростки длиной до 1 см, сложенные бесцветными расщепленными игольчатыми кристаллами, а также «пушистые» щетки и сферолиты. Паранатролит (табл. 19, №4) весьма обилен в этих полостях, где является одним из самых поздних минералов, нарастая на пирсонит, шортит, виноградит, эгириин. А.П.Хомяков (1990) отмечает, что, в отличие от своего аналога из щелочного комплекса Сент-Илер в Квебеке, в сухом воздухе быстро дегидратирующегося с переходом в «тетранатролит», белеющего и рассыпающегося в порошок (Chao, 1980), кольский паранатролит достаточно устойчив и начинает изменяться, только в том случае, если промыть его водой: это инициирует потерю калия, стабилизирующего структуру паранатролита.

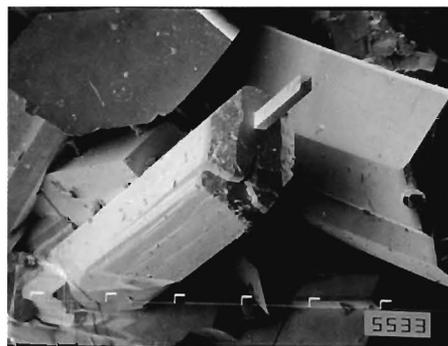
**Мезолит**  $\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_6\text{Si}_9\text{O}_{30}]\cdot 8\text{H}_2\text{O}$  отмечен в прожилках, секущих нефелиновые сиениты, где дает волосистые скопления вместе с шабазитом (Бонштедт и др., 1937). Диагностические данные не приводились.

**Кальборсит**  $\text{K}_6[\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}]\text{B}(\text{OH})_4\text{Cl}$  (фото 67) описанный как новый минерал в виде мелких зерен в пегматитах горы Расвумчорр (Хомяков и др., 1980), найден нами на Кукисвумчоррском месторождении (гор. +252 м) в виде прекрасно ограненных кристаллов. Он находится в линзовидных раздувах пегматитового прожилка мощностью до 7 см, секущего ричсоррит и сложенного канкрисилитом, ортоклазом, содалитом, нефелином, эгирином и лампрофиллитом. Интерстиции между кристаллами канкрисилита выполнены крупнокристаллическим агрегатом раннего темно-красного виллиомита. На поверхность канкрисилита и ортоклаза нарастают мелкие щетки мерлиноита, а на них и на ранний виллиомит — сростки кристаллов кальборсита (табл. 19, №7). Позже кристаллизовались пирсонит и игольчатый расвумит, а оставшееся после этого свободное пространство полостей заполнено кубическими кристаллами бледно-оранжевого и бледно-розового прозрачного позднего виллиомита и тонкозернистым белым термонатритом. Кристаллы кальборсита (тетрагональная симметрия, класс  $-42m$ ) призматические и обычно несколько вытянуты вдоль главной оси. Наиболее распространены удлиненные брусковидные кристаллы, образованные только гранями призмы  $\{110\}$  и пинакоида  $\{001\}$ . Иногда присутствуют грани дипирамиды  $\{101\}$  и тетрагонального тетраэдра  $\{112\}$ . Кристаллы достигают в длину 2 мм при толщине до 1.5 мм. Они четко образованы, имеют гладкие грани, обладают сильным стеклянным блеском. Минерал бесцветный, водяно-прозрачный (Пеков, Чуканов, 1996). В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) отмечена еще одна находка кальборсита на месторождении — в виде брусковидных кристаллов (табл. 19, №8) до 3 x 1 мм, выросших на стенках заполненных виллиомитом полостей микроклин-пектолитового прожилка, секущего уртиты гор. +172 м.

**Томсонит-Са**  $\text{Ca}_2\text{Na}[\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20}]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  встречен только в поздних высококальциевых гидротермалитах. Он является главным минералом специфических томсонитовых и натролит-томсонитовых прожилков, секущих ийолит-уртиты Северного карьера. Впрочем, такие образования нередко попадают и в подземных выработках. Томсонит в виде шестова-



Кристаллы томсонита-Са: а-б — одиночные, с — двойник по (110), d — эпитахсическое нарастание томсонита-Са на натролит



Эпитахсическое нарастание томсонита-Са на натролит. РЭМ-фото. Ув. 200 $\times$ .

тых агрегатов обычно слагает осевую зону прожилков, имеющих натролитовые зальбанды. Кристаллы томсонита (ромбическая симметрия, класс  $m\bar{3}m$ ) имеют призматическую или таблитчатую форму, обусловленную различными комбинациями граней пинакоидов  $\{010\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{001\}$  и ромбической призмы  $\{110\}$ ; иногда отмечаются также грани призм  $\{011\}$  и  $\{101\}$ . Кристаллы обычно вытянуты по  $[001]$  и имеют брусковидный до игольчатого облик. Часто наблюдаются параллельные сростки по  $\{010\}$  и расщепленные индивиды. Изредка встречаются крестообразные двойники прорастания по  $(110)$  с двойниковой осью  $[001]$ . По форме кристаллов томсонит иногда похож на натролит, но четко отличается от него плоской головкой, образованной гранью  $\{001\}$ . Попадаются и почти квадратные таблички — кристаллы, уплощенные вдоль  $[010]$ . Индивиды томсонита как правило эпитахсически нарастают на натролит. При этом грани  $\{100\}$  и  $\{010\}$  томсонита всегда параллельны граням  $\{110\}$  натролита, что впрямую связано с расположением основных элементов их SiAlO-каркаса: кристалл томсонита «достраивает» натролит в той же структурной ориентировке. Иногда такие сростки выглядят очень эффектно — наподобие «французского хот-дога», где роль «сосиски» играет длиннопризматический кристалл натролита, а в качестве «французской булки» выступает более толстый брусковидный кристалл томсонита длиной до 2 мм. Кукисвумчорский томсонит бесцветный, прозрачный. С ним, кроме натролита, в разных случаях ассоциируют кальцит, филлипит, гейландит, реже фторапофиллит, цеофиллит, тоберморит, таумасит. Химический состав томсонита-Са заметно варьирует в части Ca/Sr-отношения: здесь встречаются как почти чисто кальциевые, так и высокостронциевые (до 8 мас.% SrO) разновидности (Пеков и др., 2001).

**Анальцим**  $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]\cdot\text{H}_2\text{O}$  (фото 103) приурочен практически только к пегматитовым телам, несущим содовую минерализацию. Основные находки его сделаны в Содовом кваршлагае, где этот минерал инкрустирует стенки полостей, заполненных карбонатами натрия. Анальцим образует белые тетрагонтриоктаэдрические кристаллы до 7–8 см в поперечнике, обычно собранные в щетки и тесно ассоциирующие с шортитом, бонштедтитом, молибдени-том и др. В ядрах его кристаллов нередко присутствуют реликты содалита.

**Амичит**  $\text{K}_2\text{Na}_2[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}]\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (фото 69, 70, 72) Кукисвумчорра представляет собой вторую находку в мире. Отсюда происходят крупнейшие кристаллы и лучшие образцы этого минерала. Впервые для Хибин амичит в виде кристаллов до 5 мм и их сростков обнаружен одним из авторов (А.П.) в 1980 г в натролитовых прожилках с эгирином, пектолитом и виноградовитом. На этом материале он был описан А.П.Хомяковым с коллегами (1982b). К настоящему времени этот цеолит известен на месторождении в четырех жилах, секущих апатит-нефелиновые породы и вмещающие их ийолит-уртиты гор. +252 м. Прекрасно образованные бесцветные водяно-прозрачные кристаллы амичита достигают 8 мм в поперечнике. По форме эти кристаллы (моноклинная симметрия, класс 2) напоминают тетрагональную дипирамиду. Они образованы гранями диэдров  $\{110\}$ ,  $\{1-10\}$ ,  $\{011\}$  и  $\{0-11\}$ ; обычно также присутствуют грани моноэдров  $\{010\}$ ,  $\{0-10\}$  и диэдра  $\{121\}$ . Очень часто наблюдаются простые и полисинтетические двойники сростания по  $(110)$ . Амичит и зеленый прозрачный натролит являются самыми поздними минералами полостей. Они нарастают в одних случаях на агрегаты эгирина и биотита, в других — на мелкозернистые корки белого паранатролита или щеточки бесцветного натролита. Две жилы состоят главным образом из натролита и паранатролита и секут обогащенный титанитом ийолит, а в дру-



а

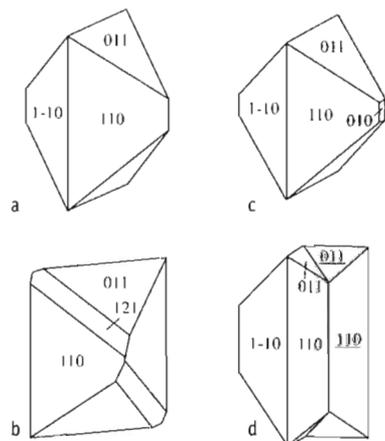


б



с

Кристаллы амичита. РЭМ-фото: а) ув. 100<sup>х</sup>, б) ув. 80<sup>х</sup>, в) двойник на кристалле натролита — ув. 200<sup>х</sup>.



Кристаллы амичита: а-с — одиночные, d — двойник по {110}

гих жилах цеолитовая минерализация развита в осевой зоне, в то время как зальбанды сложены типичными пегматитовыми минералами: калиевым полевым шпатом, эгирином, пектолитом, апатитом, лампрофиллитом, эвдиалитом и др. Химический состав минерала близок к идеальному (табл.20, №№1–2).

**Гоббинсит**  $(\text{Na,K})_5[\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}]\cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (фото 74) впервые для Хибин обнаружен нами в «Илеритовом». Он образует бесцветные до светло-серых полупрозрачные изометричные кристаллы в форме псевдооктаэдра с блочно-ступенчатой поверхностью, достигающие в поперечнике 7 мм. Гоббинсит нарастает на стенки мелких полостей в микроклиновой зоне пегматита и ассоциирует с катаплетом, стронцианитом, эпидидимитом, эвдидимитом, эльпидитом, цеппинитом-К, эгирином, альбитом, кварцем, селадонитом. Минерал представлен обогащенной калием и барием разновидностью — табл.20, №3 (Пеков и др., 2002).

**Филлипсит-К**  $(\text{K,Ca}_{0,5})_{4-7}[\text{Al}_{4-7}\text{Si}_{12-9}\text{O}_{32}]\cdot 12\text{H}_2\text{O}$  — один из главных минералов поздних высококальциевых гидротермалитов (табл.20, №№4–5). Он образует в мельтейгит-уртитях сеть прожилков, почти мономинеральных или же вместе с шабазитом-К, гейландитом-Са, томсонитом-Са, апатитом, монтмориллонитом. В полостях таких прожилков обычны щетки его бесцветных прозрачных кристаллов длиной до 5–7 мм, обычно имеющих псевдотетрагональный облик (при истинной моноклинной симметрии, класс 2/m). Это достигается равным развитием граней пинакоидов {001} и {010} («тетрагональная» псевдопризма) и ромбических призм {110} и {11-1} («тетрагональная» псевдодипирамида). Очень часто кристаллы sdвойникованы по (001) и (210). Внешняя форма их при этом не меняется, лишь на гранях появляются двойниковые швы. Изредка филлипсит-К встречается и в ультрагпаитовых пегматитах, где его крестообразные двойники с осью [20-1], достигающие 2 мм, врстают в виллиомит. Кукисвумчоррский филлипсит-К содержит существенные примеси Са и Na, но мало Ва.

**Мерлиноит**  $(\text{K,Na})_{7-12}[\text{Al}_{9-12}\text{Si}_{23-20}\text{O}_{64}]\cdot 20-24\text{H}_2\text{O}$  обнаружен нами в тесной ассоциации с кальборситом (см.) в ультрагпаитовом пегматитовом прожилке, секущем рисчоррит гор. +252 м. Его водяно-прозрачные бесцветные изометричные кристаллы до 1.5 мм нарастают на грани крупных (до 5 см) гексагональных призм канкрисилита, нередко образуя небольшие щеточки. Также с мерлиноитом ассоциируют виллиомит, пирссонит, расвумит, пектолит, термонатрит. Эти кристаллы были впервые для мерлиноита гониометрически изучены одним из авторов (И.П.). Их внешняя симметрия тетрагональная (4/mmm), простые формы: пинакоид {001}, тетрагональные призмы {110} и {100}, тетрагональная дипирамида {101} и дитетрагональная дипирамида {263}. При переходе к истинной ромбической симметрии (mmm) тетрагональная призма {100} «распадается» на пинакоиды {100} и {010}, а дитетрагональная дипирамида — на ромбические дипирамиды {263} и {623}; тетрагональные призма {110} и дипирамида {101} становятся ромбическими, сохраняя те же индексы. Для кукисвумчоррского мерлиноита характерны двойники с плоскостью срастания (110). По форме они идентичны несдвойникованным кристаллам, но легко отличаются по хорошо выраженному двойниковому шву и по различному погасанию в поляризованном свете под микроскопом. Кукисвумчоррский мерлиноит представляет собой первую

находку этого цеолита с чисто щелочным составом внекаркасных катионов, т.е. без Ca, Sr и Ba — табл.20, №10 (Якубович и др., 1999).

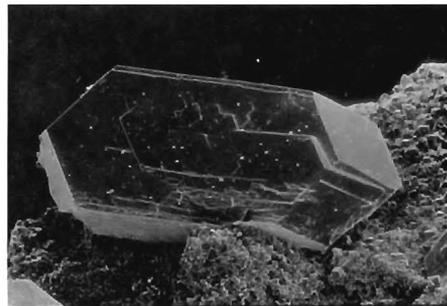
**Шабазит-К**  $(K, Ca_{0.5})_2[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$  — главный минерал многих прожилков поздних высококальциевых гидротермалитов, вскрытых в подземных выработках и на обоих карьерах (Турчкова и др., 1999; Ловская и др., 2002). Особенно густая сеть шабазитовых прожилков мощностью до 5–7 см сечет тело апатитовой породы, разрабатываемое Северным карьером. Осевые части прожилков выполнены шетками прозрачных бесцветных или голубоватых кристаллов (до 5 мм в поперечнике) шабазита-К (табл.20, №7), в основании которых нередко находятся тонкие зоны томсонита-Са и натролита. В брекчированных зонах обычны апатит-шабазитовые прожилки. Кристаллы кукисвумчоррского шабазита-К — это в основном кубовидные ромбоэдры, образованные гранями {101} (внешняя симметрия минерала тригональная, класс  $\bar{3}m$ ). Обычны их двойники прорастания с осью [001]. Гораздо реже встречаются уплощенные линзовидные двойники факолитового типа, образованные гранями гексагональной дипирамиды {113} и ромбоэдра {021}. Интересно, что при обилии шабазита-К на месторождении, достоверных находок «обычного» шабазита, т.е. шабазита-Са, здесь пока не сделано.

**Шабазит-На**  $(Na, Ca_{0.5})_2[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$  Кукисвумчоррского месторождения представляет собой единственную находку для Хибин. Этому минеральному виду соответствует анализ шабазита из прожилка, секущего апатитовую породу, который опубликован О.Б.Дудкиным с соавторами (1964). Расчет этого анализа (табл.20, №6) дает следующую формулу:  $(Na_{0.65}Ca_{0.58}K_{0.27})_{\Sigma 1.50}(Al_{12.10}Si_{3.91})_{\Sigma 6.01}O_{12} \cdot 6.13H_2O$ . Повторить находку шабазита-На в Хибинско-Ловозерском комплексе не удалось, несмотря на проведенное нами (Турчкова и др., 1999) систематическое исследование цеолитов серии шабазита.

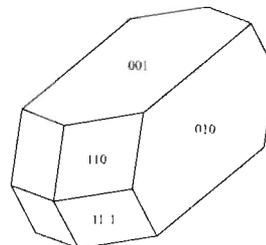
**Гейландит-К**  $(K, Ca_{0.5})_9[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot \sim 24H_2O$  отмечен в натролитовом прожилке, секущем уртиты гор. +252 м, где образует бесцветные изометричные кристаллы до 0.3 мм, нарастающие вместе с шабазитом и виноградовитом на натролит (Яковенчук и др., 1999). В небольших количествах он характерен для многих прожилков поздних высококальциевых гидротермалитов, где дает тонкие (до 0.5 мм) бесцветные прозрачные корочки (табл.20, №9) в тесном сростании с филлипситом-К и/или томсонитом-Са (Турчкова и др., 2000b; Ловская и др., 2002).

**Гейландит-Са**  $(Ca_{0.5}, K)_9[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot \sim 24H_2O$  встречен в высококальциевых гидротермалитах, но по распространенности уступает гейландиту-К. Он образует отдельные бесцветные обособления (табл.20, №8) до 0.3 мм среди филлипсита-К.

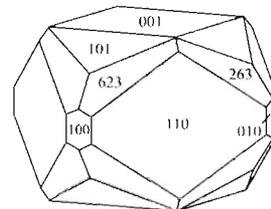
**Лейфит**  $(Na, K)Na_6[Be_2Al_3Si_{15}O_{39}F_2] \cdot 0-1H_2O$  отмечен в виде серебристо-белых розеток до 4 мм в диаметре и сноповидных сростков тонкоигольчатых кристаллов, нарастающих на анальцим вместе с альбитом, катаплетом, натролитом и кальцитом в полостях анальцим-микроклинового прожилка, секущего уртиты гор. +252 м (Яковенчук и др., 1999). В одном из пегматитов Содового кваршлага розет-



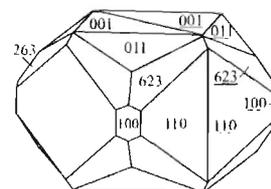
Кристалл филлипсита-К. РЭМ-фото. Ув. 50°. Фото: Е.Ловская.



Кристалл филлипсита-К

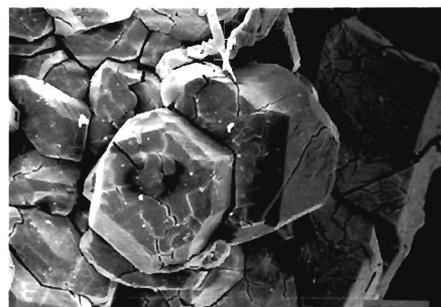


a



b

Кристаллы мерлиноита: а — одиночный, б — двойник с плоскостью срастания (110)



Кристаллы мерлиноита. РЭМ-фото. Ув. 50°.

Таблица 20. Химический состав (мас. %) амичита (1–2), гоббинсита (3), филлипсита-К (4–5), шабазита-На (6), шабазита-К (7), гейландита-Са (8), гейландита-К (9), мерлиноита (10) и лейфита (11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> O	8.65	8.62	6.81	2.21	2.84	3.90	1.04	0.55	0.58	3.58	14.45
K <sub>2</sub> O	13.30	12.80	7.10	7.53	10.06	2.50	9.13	2.65	4.21	15.53	2.46
CaO	0.89	0.07	0.84	4.38	3.53	6.26	5.65	3.30	2.69	нпо	нпо
SrO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо		0.27	2.82	1.72	нпо	нпо
BaO	нпо	нпо	2.19	0.89	0.86		0.14	0.38	0.30	нпо	нпо
MgO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо		нпо	0.13	0.12	нпо	нпо
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.18	нпо	0.22	0.03	0.04		0.07	нпо	0.05	нпо	нпо
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.89	30.14	22.56	20.31	19.20	20.76	20.03	15.91	14.26	22.44	10.93
SiO <sub>2</sub>	34.49	35.51	45.37	45.67	44.59	45.51	47.19	53.78	57.71	43.57	66.21
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	12.92	не опр	не опр	не опр	не опр	12.15	не опр				
Сумма	100.32	87.14	85.09	81.00	81.11	100.31*	83.52	79.51	81.65	85.12	94.05

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входит также 9.23 мас. % H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>.

Источники: 6 — Дудкин и др., 1964; 1 — Хомяков и др., 1982b; 10 — Якубович и др., 1999; 4, 7, 9 — Ловская и др., 2002; 2, 3, 5, 8, 11 — данные настоящей работы. 3 — «Илеритовое»; 7 — Северный карьер

ки диаметром до 3 мм, состоящие из тонких бесцветных игл высококалиевого лейфита (табл.20, №11) с сильным шелковистым блеском, вростают в анальцим, ассоциируя с калиевым полевым шпатом, эгирином, сидоренки-том, шортитом, флюоритом, пирохлором, молибденитом. В полостях маломощного эгирин-нефелин-микро-клинового пегматитового прожилка, вскрытого вентиляционным квершлагом № 7 гор. +252 м, лейфит ассоци-ирует с натролитом, лоренценитом, виноградовитом, лабунцовитом, кальцитом, флюоритом, псевдоморфозами пирохлора по вуоннемиту. Он образует здесь бесцветные и белые гексагонально-призматические кристаллы длиной до 1 мм и их параллельные сростки. Эти кристаллы (тригональная симметрия, класс  $-3m$ ), нередко име-ющие слегка подрастворенную поверхность, образованы гранями гексагональной призмы {100}, пинаконда {001} и ромбоздров {101} и {10-1}.

**Вадеит**  $K_2ZrSi_3O_9$  впервые для Хибин был обнаружен в виде светло-розовых хорошо образованных кристаллов до 2 см в ассоциации с содалитом в нефелин-полевошпатовых пегматитах, связанных с ричесорритами (Тихоненков и др., 1960). Белый и розоватый вадеит — основной компонент массивных и кавернозных псевдоморфоз по эвдиалиту, развитых в уртитовых пегматитах (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Мелкозернистой серой корочкой вадеита (табл.21, №3) толщиной до 0.5 мм покрыты крупные прекрасно образованные кристаллы эвдиалита, погруженные в массу сахаровидного апатита у контакта апатитовой породы с простыми пегматитами. Ti-содержащий (табл.21, №2) вадеит характерен для пегматитов «расвумчоррского типа», где дает розовые прозрачные зерна до 5 мм, имеющие форму грубых шестиугольных табличек. Они нередко окружены светло-коричневыми каймами литвинскита.

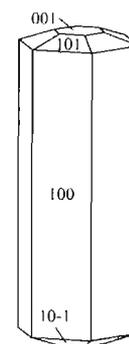
**Катаплеит**  $Na_2ZrSi_3O_9 \cdot 2H_2O$  встречается в гидротермальных парагенезисах. Так, его бледно-коричневые прозрачные тонкие пластинки (табл.21, №4) до 7 мм в поперечнике вростают в кристаллы анальцима в пегматито-вом прожилке, секущем уртиты гор. +252 м; в ассоциации с ними находятся лейфит, альбит, лампрофиллит, сульфиды и др. (Яковенчук и др., 1999). Мелколистоватый бесцветный катаплеит развивается по эвдиалиту в «Комаровито-вом». В «Илеритовом» встречен катаплеит нескольких морфологических типов: 1) хорошо ограниченные коричневые толстотаблитчатые кристаллики (гексагональная симметрия, класс  $6/mmm$ ) до 2 мм, образованные гранями {001}, {100}, {101} и {106} и ассоциирующие в полостях с микроклином, баритом, стронцианитом; 2) расщепленные бес-

Таблица 21. Химический состав (мас. %) вадеита (1–3), катаплеита (4–6) и эвдиалита (7–9)

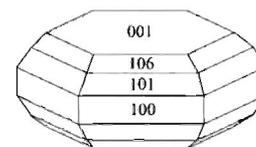
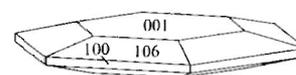
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na <sub>2</sub> O	нпо	0.27	нпо	14.55	8.66	13.48	15.28	13.89	14.10
K <sub>2</sub> O	21.21	23.01	23.70	нпо	0.99	нпо	0.44	нпо	1.22
CaO	нпо	нпо	нпо	0.34	0.31	нпо	10.31	10.15	10.44
MnO	нпо	нпо	нпо		0.22	нпо	2.10	1.78	0.25
FeO	нпо	нпо	нпо		2.54	0.14	4.52	2.61	6.22
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							0.24	0.11	
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							0.30	0.19	
SiO <sub>2</sub>	45.89	46.34	45.33	46.98	45.40	47.10	52.03	48.77	50.74
TiO <sub>2</sub>	1.24	4.61	0.24	нпо	0.45	0.77	0.41	0.37	нпо
ZrO <sub>2</sub>	28.98	25.23	29.43	30.34	24.58	30.86	11.36	11.28	10.55
HfO <sub>2</sub>	0.74	нпо	нпо	0.20	нпо	нпо	0.15	0.36	нпо
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.28	нпо	1.37	0.35	4.27	нпо	0.47	0.48	1.18
Cl	нпо	нпо	нпо		нпо	нпо	0.62	2.60	1.26
-O=Cl <sub>2</sub>							-0.14	-0.59	-0.28
<b>Сумма</b>	<b>98.33</b>	<b>99.46</b>	<b>100.07</b>	<b>92.76</b>	<b>89.64*</b>	<b>92.35</b>	<b>99.04*</b>	<b>92.23*</b>	<b>95.68</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 5 — BaO 2.22; 7 — SrO 0.81, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.07, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.07; 8 — Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.12, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.10.

Источники: 4, 7 — Яковенчук и др., 1999; 1, 8 — Екименкова, 2000; 2, 3, 5, 6, 9 — данные настоящей работы. 1, 6 — Северный карьер; 4 — «Нейборитовое»



Кристалл лейфита



Кристаллы катаплеита. «Илеритовое»

цветные таблички (табл.21, №3) до 2 мм, образующие красивые розетки: в их огранке участвуют формы {001}, {100} и {106}; 3) светло-коричневые слюдоподобные шестиугольные листочки, собранные в сростки-«розы» диаметром до 4 мм, ассоциирующие с эпидимитом, анатазом, стронцианитом (высокониобиевая разновидность — 4.3 мас.% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 4) желтоватые пластинки до 1 см, вросшие в поздний микроклин.

**Цирсиалит** Na<sub>2</sub>CaZr[Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>] встречается в виде розовато-серых и желтоватых кайм замещения эвдиалита в ультраагпайтовых пегматитах, в основном относящихся к «расвумчоррскому типу». Основные находки этого минерала на месторождении были сделаны в 1960–70х гг и изучены А.П.Хомяковым (1979) на образцах из коллекций Минералогического музея им. А.Е.Ферсмана АН СССР в Москве (обр. №№ 70553 и 71264) и Кол-ФАН (№ 4107). Желтоватый или серый цирсиалит вместе с замещающим его тускло-желтым ловозеритом образует каймы мощностью до 1.5 см вокруг эвдиалита; в ассоциации с ними находятся ортоклаз, эгирин, дельхайелит (частично замещенный пектолитом), лампрофиллит, ломоносовит. Реже встречаются полные псевдоморфозы цирсиалита по индивидам эвдиалита до 10 см в поперечнике, имеющие серовато-розовый цвет, обычно с каймами вторичного ловозерита.

**Ловозерит** Na<sub>2</sub>CaZr[Si<sub>6</sub>O<sub>12</sub>(OH,O)<sub>6</sub>]·H<sub>2</sub>O образуется за счет неустойчивого в низкощелочных гидротермальных и гипергенных обстановках цирсиалита при его гидратации с частичным выносом натрия (Хомяков, 1990; Ямнова и др., 2001). На Кукисвумчорре он приурочен практически только к пегматитам «расвумчоррского типа», в которых образует желтые и сероватые каймы мощностью до 1.5 см вокруг эвдиалита, а также полные псевдоморфозы по изометричным кристаллам цирсиалита (до 1 см), имеющие темно-коричневый или темно-вишневый цвет (табл.22, №1).

Таблица 22. Химический состав (мас. %) ловозерита (1), литвинскита (2), гейдоннеита (3–4), илерита (5), пятенкоита-(Y) (6–7), умбита (8), власовита (9) и эльпидита (10)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na <sub>2</sub> O	11.98	12.63	8.39	8.43	13.04	17.16	16.02	1.63	13.79	9.29
K <sub>2</sub> O	0.80	0.77	1.81	5.22	0.66	0.13	0.13	13.51		0.24
CaO	4.42	1.05	0.67	нпо	0.05	нпо	нпо	нпо		0.30
BaO	нпо	нпо		нпо	0.40	нпо	нпо	нпо		0.81
MgO	0.06	0.08								
MnO	2.25	0.50	2.78	0.19	0.52	нпо	нпо	нпо		0.14
FeO	1.60	0.24	0.45	0.98	0.53	нпо	нпо	0.16		0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			0.25		0.06					
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо		нпо	нпо	11.60	10.05	нпо		нпо
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо		нпо	нпо	0.67	0.76	нпо		нпо
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо		нпо	нпо	1.31	0.93	нпо		нпо
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо		нпо	нпо	1.07	0.71	нпо		нпо
SiO <sub>2</sub>	55.44	59.45	38.89	45.10	42.66	44.04	43.89	44.40	58.54	59.10
TiO <sub>2</sub>	0.74	0.43	5.94	0.34	нпо	9.64	9.55	4.04	0.15	0.06
ZrO <sub>2</sub>	14.24	19.36	23.11	27.95	28.92	нпо	нпо	23.49	26.60	18.35
HfO <sub>2</sub>	нпо	0.11	0.37	нпо						
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	нпо	нпо	1.21	1.54	0.74	0.11	2.39	0.35		1.89
<b>Сумма</b>	<b>91.53</b>	<b>94.51</b>	<b>83.50</b>	<b>89.75</b>	<b>87.58</b>	<b>85.73</b>	<b>86.36*</b>	<b>87.69</b>	<b>99.45</b>	<b>90.40</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* - - в сумму анализа входят также (мас. %): Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.32, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.28, ThO<sub>2</sub> 1.33.

Источники: 3, 9 — Яковенчук и др., 1999; 8 — Екименкова, 2000; 2 — Пеков и др., 2002; 5–7 — Пеков и др., 2003b; 1, 4, 10 — данные настоящей работы. 3 — «Беловитовое»; 4, 5, 10 — «Илеритовое»

**Литвинскит** Na<sub>2</sub>(□,Na,Mn)Zr[Si<sub>6</sub>O<sub>12</sub>(OH,O)<sub>6</sub>], описанный недавно как новый минерал из Ловозерского массива (Пеков и др., 2000a), встречен нами впервые для Хибин на Кукисвумчоррском месторождении. Он находится в пегматитах «расвумчоррского типа», где дает светло-коричневые мелкозернистые каймы (табл.22, №2) толщиной до 1 см, окружающие зерна Ti-содержащего ваденита. В тесной ассоциации с ними находятся дельхайелит, ломоносвит, фенаксит, эгирин, лампрофиллит, щербаковит, джерфишерит и др. (Пеков и др., 2002).

**Эвдиалит** Na<sub>15</sub>Ca<sub>6</sub>Fe<sub>3</sub>Zr<sub>3</sub>Si(Si<sub>25</sub>O<sub>73</sub>)(O,OH,H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>(Cl,OH)<sub>2</sub> (фото 7, 71, 73, 75, 76) — обычный акцессорный минерал практически всех пород месторождения. Он широко распространен в составе ранних ассоциаций пегматитов. В простых пегматитах, связанных с мельтейгит-уртитам, практически мономинеральные скопления ярко-малинового и красного эвдиалита достигают первых десятков сантиметров. Для пегматитов обычны обособления этого минерала до 10 см. Хорошо образованные кристаллы эвдиалита встречаются в основном в апатитовой породе. Самые эффектные кристаллы эвдиалита можно найти в участках непосредственного контакта крупных пегматитов с апатитовым телом. Одни из лучших в мире образцов с кристаллами этого минерала происходят из такой зоны, вскрытой выработкой гор. +252 м. Здесь одним из авторов (А.П.) найдены прекрасно ограненные кристаллы (табл.21, №9) до 7 см в поперечнике и их сростки в массе сахаровидного апатита, ассоциирующие с хорошо оформленными крупными кристаллами нефелина и эгирин-геденбергита (Пеков, Podlesnyi, 1995). Кристаллы эвдиалита (тригональная симметрия, класс -3m) толстотаблитчатые, имеют сложную форму. Они образованы гранями

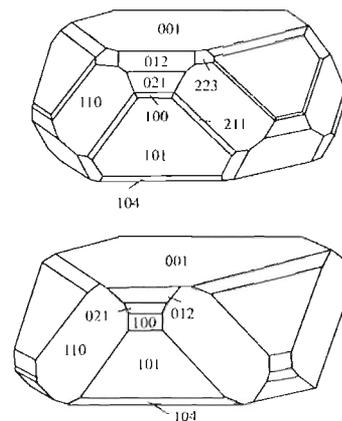
пинакоида {001}, гексагональных призм {110} и {100}, ромбоэдров {101}, {012} и {021} и скаленоэдров {211} и {223} (Пекова, 1995). Цвет минерала насыщенный малиново-красный, но поверхность кристаллов часто покрыта серой корочкой вадеита. Находки подобных кристаллов известны и на Северном карьере. В поздних ассоциациях пегматитов Кукисвумчорра изредка наблюдаются сравнительно небольшие (как правило, не крупнее 5–7 мм) хорошо ограненные бледно-розовые до малиновых кристаллы эвдиалита. В гидротермальных условиях этот минерал нередко замещается другими Zr-силикатами. На месторождении в составе частичных или полных псевдоморфоз по нему известны вадеит, катаплеит, гейдоннеит, умбит, цирсианит и ловозерит, иногда вместе с натролитом, пектолитом, биотитом и др.

**Гейдоннеит**  $\text{Na}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (фото 102) в значительном количестве присутствует в центральной зоне «Беловитового», где его коричневые сферолиты до 7 мм в диаметре и белые псевдоморфозы по таблитчатым кристаллам эвдиалита (до 2 см) вырастают в натролит, ассоциируя с эгирином, беловитом-(La), беловитом-(Ce), ненадквичитом, Na-комаровитом и др. Эти псевдоморфозы (табл.22, №3) имеют шиповатую поверхность и сложены тонкозернистым агрегатом гейдоннеита практически без примесей других минералов (Яковенчук и др., 1999; наши данные). Высококалиевая (табл.22, №4) разновидность гейдоннеита обнаружена нами в полостях «Илеритового», где образует розово-коричневатые полупрозрачные обособления сосцевидной формы (до 1 мм), нарастающие на микроклин и халькопирит.

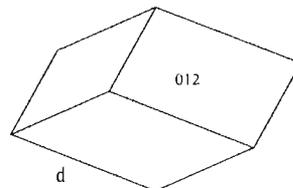
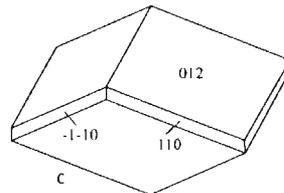
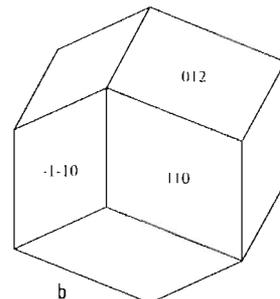
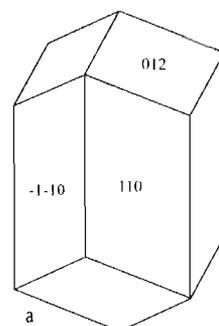
**Умбит**  $\text{K}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$  диагностирован одним из авторов (И.П.) и И.А.Екименковой в образце из отвалов Кировского рудника. Он образует рыхлый агрегат серовато-зеленоватого цвета, состоящий из пластинок размером до 1 мм. Умбит вместе с белым зернистым вадеитом (табл.21, №1) замещает крупные индивиды розового эвдиалита (табл.21, №8) в эгирин-полевошпатовом пегматите. Он представлен высокотитанистой (табл.22, №8) разновидностью (Екименкова, 2000).

**Илерит**  $\text{Na}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (фото 77) впервые для Хибин установлен нами в полостях пегматитового тела «Илеритовое». Оно получило название по находке замечательных кристаллов этого минерала (тригональная симметрия, класс 32), которые достигают 6 мм в наибольшем измерении и образованы гранями ромбоэдра {012} и равномерно развитых тригональных призм {110} и  $\{-1-10\}$ . Соотношение площадей граней определяет форму кристаллов: наиболее часто встречаются изометричные псевдоромбододекаэдры, иногда наблюдаются вытянутые вдоль оси с кристаллы, редко — ромбоэдры почти без граней призм. Кристаллы непрозрачны, насыщены микровключениями, окрашивающими их в разные оттенки коричневого цвета, от темно-шоколадного до светло-кофейного. Грани кристаллов илерита обычно гладкие, блестящие, реже покрыты сложными фигурами роста. Здесь нередки сростки кристаллов, встречаются даже щетки площадью до 1 x 1 см, нарастающие на микроклин. Илерит тесно ассоциирует с ненадквичитом, эльпидитом, цепинитом-K, селадонитом, доннейитом, стронцианитом, пиритом и др. Минерал имеет химический состав (табл.22, №5), очень близкий к идеальному (Пеков и др., 2003b).

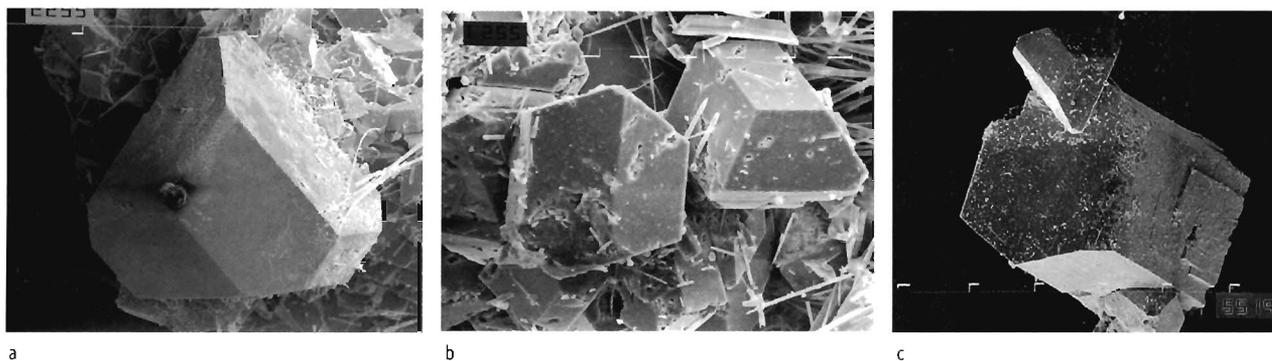
**Пятенкоит-(Y)**  $\text{Na}_5(\text{Y},\text{HREE})\text{TiSi}_6\text{O}_{18} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (фото 78) был описан как новый минерал в Ловозерском массиве (Хомяков и др., 1996). Нами на Кукисвумчоррском месторождении сделана его вторая находка, представленная более крупными, чем ловозерские, хорошо образованными кристаллами. Единственный образец представляет собой фрагмент ядра разведочной скважины, пробуренной



Кристаллы эвдиалита из апатитовой породы у контакта с пегматитом; по Н.А.Пековой



Кристаллы илерита и пятенкоита-(Y): а-с — илерит, с-д — пятенкоит-(Y)

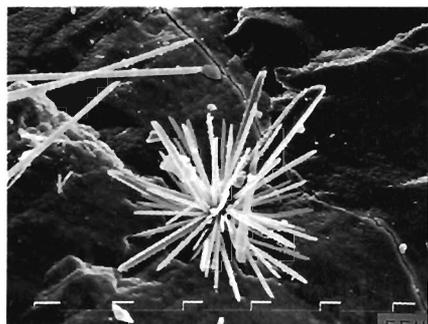


Кристаллы илерита. «Илеритовое». РЭМ-фото: а) ув. 500<sup>х</sup>, б) ув. 2000<sup>х</sup>, с) кристалл илерита на кристалле ненадкевичита — ув. 200<sup>х</sup>.

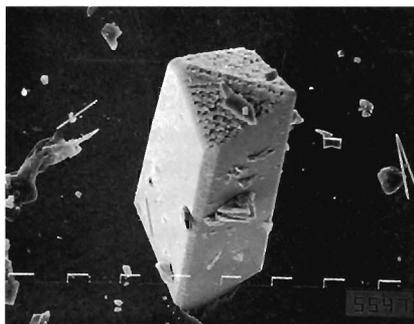
в подземной выработке гор. +252 м. Пятенкоит-(Y) дает светло-серые с жирным блеском полупрозрачные кристаллы (тригональная симметрия, класс 32) до 1.5 мм в поперечнике, нередко расщепленные. Они образованы гранями ромбоэдра {012}, обычно с пояском, состоящим из граней призм {110} и {-1-10}. Эти кристаллы и их сростки находятся на стенках полостей в осевой зоне пегматитового прожилка, сложенной белым до бесцветного микроклином с небольшим количеством черного игольчатого эгирина; краевые частям прожилка богаче эгирином, содержат нефелин и ринкит. В полостях вместе с пятенкоитом-(Y) наблюдаются округлые обособления бурого и черного твердого битума, в которых обнаружены включения стисиита. Интересны соотношения редкоземельных элементов в кукисвумчоррском пятенкоите-(Y): в спектре лантаноидов здесь преобладает эрбий (табл.22, №№6–7), что является редкостью для минералов агапитовых массивов (Пеков и др., 2003b).

**Власовит**  $\text{Na}_2\text{ZrSi}_4\text{O}_{11}$  впервые для Хибин встречен в керне скважины на Кукисвумчорре. Здесь он образует водяно-прозрачные бесцветные и бледно-сиреневые зерна (табл.22, №9) до 2 см и их агрегаты до 5 см в пегматите ийолитуртитов, где ассоциирует с нарсарсукитом, эвдиалитом, пектолитом, лабунцовитом, лоренценитом и др. (Хомяков, 1990).

**Эльпидит**  $\text{Na}_2\text{ZrSi}_6\text{O}_{15} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (фото 79, 80) установлен нами в «Илеритовом», где нарастает на микроклин в полостях. Его хорошо ограненные призматические до игольчатых кристаллы (ромбическая симметрия, класс mmm) вытянуты вдоль [001], имеют продольную штриховку, часто расщеплены, собраны в пучки. Они образованы гранями {100}, {010}, {110} (пояс призмы), {011} и {001} (головки). На грани пояса {hk0} часто эпитакически нарастают призматические и таблитчатые кристаллы минералов группы лабунцовита — ненадкевичита, вуориярвита-К, цепинита-К. Направление [001] у эльпидита в таких сростках совпадает с [001] у ненадкевичита и с [010] у вуориярвита и цепинита. В отличие от них, лабунцовит-Mg нарастает на эльпидит незакономерно. Другие минералы этой ассоциации — эпиди-

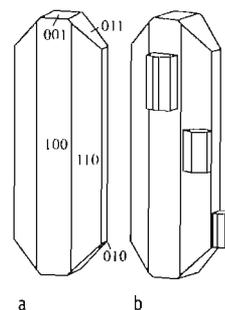


а



б

Кристаллы эльпидита на микроклине. «Илеритовое». РЭМ-фото: а) сросток — ув. 2000<sup>х</sup>, б) одиночный кристалл — ув. 1500<sup>х</sup>.



а

б

Кристаллы эльпидита: а — одиночный, б — с эпитакически наросшими кристаллами ненадкевичита. «Илеритовое»

Таблица 23. Химический состав (мас. %) ненадкевичита (1–5), вуориярвита-К (6–7), цепинита-К (8–9) и цепинита-На (10–11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> O	9.12	4.43	6.83	7.38	5.48	1.57	3.77	4.14	4.30	6.30	5.83
K <sub>2</sub> O	0.23	0.79	0.94	0.50	0.77	2.69	9.42	9.67	9.89	1.72	0.27
CaO	0.78	1.81	2.87	нпо	0.06	0.10	0.26	0.45	нпо	1.29	1.07
SrO	1.54	2.11	нпо	нпо	0.37	0.23	нпо	нпо	нпо	1.61	3.74
BaO	нпо	1.09	0.37	2.61	0.30	0.88	1.12	1.15	4.92	2.89	2.75
MnO	0.49	нпо	0.40	0.14	0.47	0.33	0.14	0.35	0.03	0.80	0.23
ZnO	нпо	нпо	нпо	нпо	0.16	0.15	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
FeO	нпо	нпо	0.35	0.54	0.11	0.97	0.07	0.42	0.09	0.30	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	0.14	0.18	0.07	нпо	нпо	нпо	0.10	нпо
SiO <sub>2</sub>	40.42	40.89	39.90	41.26	42.59	44.28	40.36	40.46	39.11	40.66	39.89
TiO <sub>2</sub>	11.23	10.34	8.31	8.61	9.06	12.16	12.39	14.76	18.41	17.90	13.92
ZrO <sub>2</sub>	нпо	нпо	нпо	3.58	1.82	1.80	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25.49	28.13	28.74	25.70	29.37	29.04	23.27	19.65	12.55	16.44	21.11
<b>Сумма</b>	<b>89.30</b>	<b>89.59</b>	<b>88.71</b>	<b>90.46</b>	<b>90.74</b>	<b>94.35*</b>	<b>90.80</b>	<b>91.05</b>	<b>89.30</b>	<b>90.01</b>	<b>89.03</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входит также 0.08 мас. % MgO.

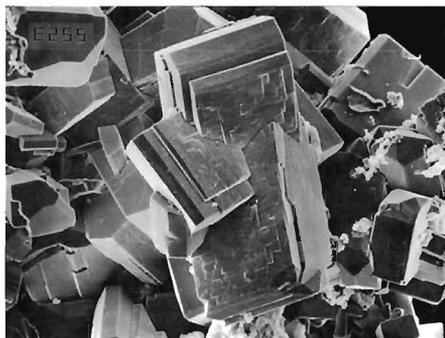
Источники: 9 — Чуканов и др., 2003а; 10 — Чуканов и др., 2003б; 1–8, 11 — данные настоящей работы.

1 — «Беловитовое»; 2 — «Комаровитовое»; 4–6, 9 — «Илеритовое»

димит, доннейит, селадонит, пирит, кальцит, кварц. Эльпидит в «Илеритовом» (табл.22, №10) окрашен в коричневый или золотисто-коричневый цвета, реже почти бесцветен и прозрачен. Еще одна находка этого минерала сделана Д.В.Лисициным на Северном карьере. Здесь эльпидит в виде бесцветных игольчатых кристаллов длиной до 2 мм ассоциирует с лабунцовитом-Fe, полевым шпатом, кальцитом и пиритом в гидротермалитах, связанных с зоной дробления в ийолит-уртигах.

Группа лабунцовита, *недавно выделенная в минералогической номенклатуре (Чуканов et al., 2002), объединяет Ti- и Nb-силикаты с уникальным структурным мотивом, образованным цепочками Ti(Nb)O-октаэдров, соединенных в каркас кольцами (Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>).* В гидротермальных парагенезисах Кукисвумчоррского месторождения зафиксировано самое большое в Хибинах число находок представителей этой группы и самое широкое видовое разнообразие: 10 минералов, четыре из которых впервые описаны отсюда: леммлейнит-Ва, лабунцовит-Fe, цепинит-К и нескевараит-Fe. Ненадкевичит — ромбический (класс симметрии *тпт*) представитель группы, а остальные встреченные на месторождении минералы являются моноклинными и относятся к классам симметрии *2/т* или *т*.

**Ненадкевичит** Na<sub>3-x</sub>(Nb,Ti)<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>](O,OH)<sub>2</sub>·2–4H<sub>2</sub>O (фото 81, 82) обнаружен в целом ряде гидротермально переработанных пегматитов. Все достоверные хибинские находки этого минерала сделаны на Кировском подземном руднике. Так, необычный по составу Sr-содержащий ненадкевичит (табл.23, №1), ромбическая симметрия которого подтверждена результатами монокристалльного рентгеновского анализа, встречен в «Беловитовом» Его светло-розовые прозрачные уплощенные-призматические и таблитчатые кристаллы до 1.5 мм, часто расщепленные, собранные в пучки, сферолиты, корки, распространены в центральной зоне пегматита в кавернах псевдоморфоз по вуоннемииту и в мелких полостях среди натролита и микроклина рядом с такими псевдоморфозами, в основном сложенными тонкозернистыми агрегатами Na-комаровита, рентгеноаморфных Nb-оксидов и апатита. Эти сиреневые псевдоморфозы бывают рассеяны густой сетью прожилков ярко-розового мелкошестоватого ненадкевичита. В «Комаровитовом» молочно-белые короткопризматические кристаллы (до 2 x 0.8 мм) ненадкевичита (табл.23, №2) нара-

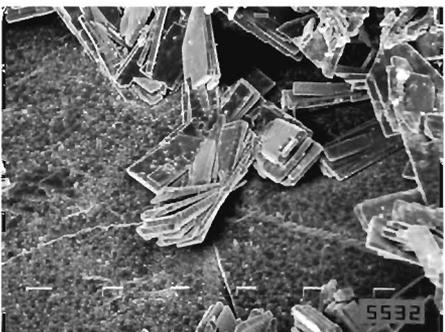


a

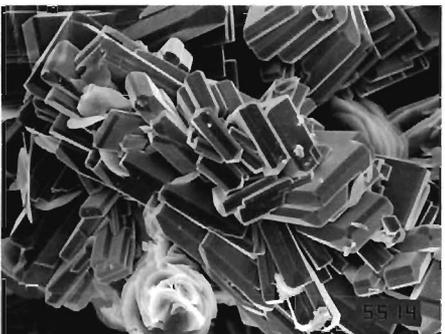


b

Кристаллы Sr-содержащего неонадквечита. «Беловитовое». РЭМ-фото: а) ув. 350°, б) ув. 750°.



a



b

Расщепленные кристаллы лабунцовита-Mn. РЭМ-фото: а) ув. 1000°, б) ув. 2000°.

стают в полостях на поверхность поликомпонентных псевдоморфоз по хорошо ограниченным кристаллам ломоносавита и вуоннемита, ассоциируя с вуориярвитом-К, эгирином, натролитом, лоренценитом, флюоритом и др. Как правило, кристаллы неонадквечита контактируют своей гранью {110} с гранью {001} замещенного индивида вуоннемита или ломоносавита. В полостях «Илеритового» неонадквечит, нарастающий на щетки зеленоватого микроклина, находится в значительных количествах, тесно ассоциируя с карбоцернаитом, доннейитом, синхизитом-(Ce), бербанкитом, кальцитом, анатазом, пиритом. Здесь встречены две его морфологические разновидности. Первая (табл.23, №4) представлена полупрозрачными призматическими кристаллами до 5 x 2.5 мм коричневого цвета, которые нередко расщеплены, образуют сростки. Иногда наблюдается эпитапаксическое нарастание такого неонадквечита на эльпидит; оси с кристаллов обоих минералов при этом параллельны. Вторая разновидность (табл.23, №5) представляет собой бледные водяно-прозрачные медово-желтые с сильным блеском кристаллы длиной до 0.3 мм в форме шестигульной призмы, образующие щетки. Под микроскопом видно, что грани призмы (пояс {hk0}) каждого такого кристалла эпитапаксически обросли тонким «фугляром» вуориярвита-К. Кристаллы кукисвумчорского неонадквечита не очень разнообразны по морфологии. Крупные кристаллы из «Илеритового» всегда в той или иной мере вытянуты вдоль [001]. Они образованы гранями {110}, {010} (пояс призмы), {001} и {011} (головка). Мелкие обросшие вуориярвитом кристаллы имеют ту же форму, но чаще всего без граней {011}. Аналогичны им по набору форм кристаллы из «Комаровитового». Кристаллы из «Беловитового» уплощены вдоль [010] или [100], — их гониометрического изучения не проводилось. В заключение отметим, что приведенное М.Н.Соколовой с соавторами (1973) описание псевдоморфоз неонадквечита по крупнопластинчатому ломоносавиту скорее всего отвечает, судя по опубликованным анализам, в свете последних данных (Чуканов и др., 2003b), псевдоморфозам моноклинных ниобиевых членов группы по вуоннемиту.

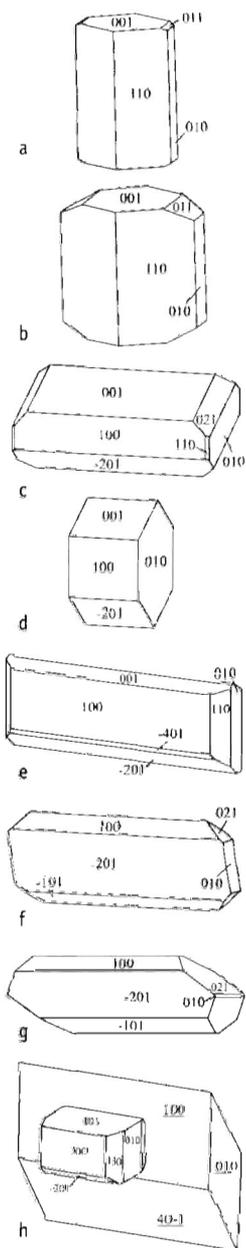
**Лабунцовит-Mg**  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{MgTi}_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 4-6\text{H}_2\text{O}$  (фото 83) обнаружен нами в нескольких пегматитах. В одной из жил его прекрасно ограниченные прозрачные ярко-красные кристаллы (табл.24, №4) до 5 x 2 x 1.5 мм нарастают на щетки натролита вместе с лампрофиллитом и кальцитом. Они имеют призматический габитус и образованы гранями {001}, {100}, {-201}, {010}, {021} и {110}. В полостях «Илеритового» с эпидидимитом, селадонитом, стронцианитом встречаются оранжевые и коричневые кристаллы лабунцовита-Mg до 4 x 1 мм. Они имеют призматическую форму или же уплощены вдоль [100], часто расщеплены, образуют сростки, сферолиты.

**Лабунцовит-Mn**  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{MnTi}_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 4-6\text{H}_2\text{O}$  — (фото 93, 104) наиболее часто встречающийся на месторождении член группы. Он установлен в составе гидротермальных парагенезисов более чем десятка пегматитовых тел. Так, в «Кукисвумитовом» обнаружены сплошные кавернозные мелкокристаллические красно-оранжевые скопления (до 3 см) лабунцовита-Mn, а в многочисленных полостях эгириновых агрегатов — его хорошо образованные красные призматические кристаллы (до 3 мм). Этот минерал здесь ассоциирует с доннейитом, кукис-

вумитом, апатитом, бербанкитом, кальцитом, флюоритом, натролитом и др. Интересна находка двух визуально совершенно не похожих друг на друга морфологических разновидностей лабунцовита-Mn, тесно соседствующих в полостях гидротермально измененного эгирин-микроклинового пегматитового тела с кальцитом, апатитом и флюоритом, вскрытого выработкой гор. +172 м. Одна из разновидностей представлена сростками оранжевых длиннопризматических кристаллов длиной до 5 мм, другая — рыхлыми светло-бежевыми скоплениями до 3 см, состоящими из мельчайших (<0.05 мм) удлиненных табличек, обычно расщепленных. Эти скопления представляют собой полные псевдоморфозы лабунцовита-Mn по кубовидным кристаллам неустановленного минерала (ферсманиита?). В полостях расположенного на том же гор. +172 м другого пегматита лабунцовит-Mn, переходный по составу к леммлейниту-K, дает полихромные (бесцветные с розовым ядром) призматические кристаллы длиной до 2 мм и их сферолиты, нарастающие на микроклин в ассоциации с манганнептунитом, фторапофиллитом, стронцианитом. Псевдоморфозы белого тонкозернистого лабунцовита-Mn в смеси с кальцитом по прекрасно образованным табличатым кристаллам ферсманиита (до 10 x 6 x 4 мм) обнаружены в эгириновой зоне одного из пегматитов гор. +252 м; они ассоциируют с микроклином, нефелином, титанитом, флюоритом. В другом пегматите на том же горизонте толстотабличчатые (уплощенные вдоль [010]) оранжево-желтые кристаллы лабунцовита-Mn нарастают на поверхность псевдоморфоз по ломоносовиту, сложенных мурманитом и виноградовитом. Кристаллы кукисвумчоррского лабунцовита-Mn образованы гранями тех же простых форм, что и у его магнезиального и железистого аналогов (см.).

**Лабунцовит-Fe**  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{FeTi}_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 4-6\text{H}_2\text{O}$  (фото 84, 85) впервые найден на Кукисвумчоррском месторождении одним из авторов (А.П.) и описан на этом материале как новый минерал А.П.Хомяковым с коллегами. Его голотип (табл.24, №7) происходит из полевошпат-натролит-кальцитовых прожилков, секущих гидротермально измененные пегматоидные уртиты. Этот минерал образует здесь ярко-оранжевые зерна до 2 мм в поперечнике и их сростки до 5 мм, ассоциирующие с пектолитом, флюоритом, эгирином (Хомяков и др., 2001b). Нами в керне разведочной скважины, пробуренной в одной из выработок гор. +172 м, встречены параллельные (синтаксические?) сростки прозрачных великолепно оформленных гладкогранных густо-красных брусковидных кристаллов лабунцовита-Fe (до 5 x 1.5 мм) с грубыми исштрихованными досковидными непрозрачными желто-коричневыми кристаллами нескевараита-Fe. Они находятся в полостях породы, сложенной кальцитом и калиевым полевым шпатом. Кристаллы лабунцовита-Fe образованы гранями {100}, {001}, {-201}, {-401} (пояс призмы), {010}, {021} и {110} (головка). Также этот минерал был найден в гидротермалитах, пространственно связанных с зоной дробления и брекчирования в ийолит-уртитах Северного карьера, Д.В.Лисициным и изучен одним из авторов (И.П.). Красный лабунцовит-Fe (табл.24, №8) вместе с калиевым полевым шпатом, кальцитом, эльпидитом и пиритом цементирует здесь обломки породы, а в полостях образует сплошные щетки призматических кристаллов, достигающих 1.5 мм в длину.

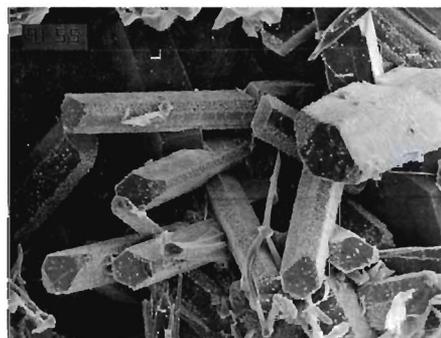
**Леммлейнит-K**  $\text{Na}_2\text{K}_4(\text{Ti},\text{Nb})_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  установлен нами на месторождении в полостях трех пегматитов. В ассоциации с широкшинитом, натролитом, лоренценитом, эгирином, флюоритом он в виде белых грубопризматических кристаллов (табл.24, №1) длиной до 3 мм нарастает на агрегаты микроклина и содалита в пегматите среди рисчорритов гор. +252 м. Зоны леммлейнита-K зафиксированы в полихромных кристаллах лабунцовита-Mn, ассоциирующих с манганнептунитом, фторапофиллитом, стронцианитом и др. в пегматите, вскрытом на гор. +172 м. Высокобариевая разновидность леммлейнита-K образует прозрачные оранжевые исштрихованные вдоль удлинения призмы до 3 x 0.5 мм, ассоциирующие с натролитом, флюоритом, лейкофаном, виноградовитом, кальцитом, биотитом.



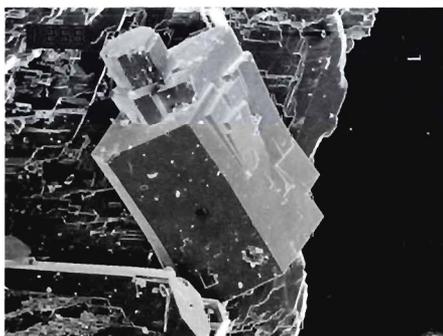
Кристаллы минералов группы лабунцовита: а-б — ненадквичит (а — «Илеритовое», б — «Комаровитовое»); с — лабунцовит-Mg; д — лабунцовит-Mn; е — леммлейнит-Ba; ф — целениит-Na; г — нескевараит-Fe; h — параллельный сросток лабунцовита-Fe (укороченный кристалл, богатый гранями) и нескевараита-Fe



Эпитаксическое нарастание **вуориярвита-К** (тонкий «чехольчик») на ненадкевичит. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 750 $^{\circ}$ .



Кристаллы **цепинита-На**. РЭМ-фото. Ув. 750 $^{\circ}$ .



Эпитаксическое нарастание **цепинита-К** на ненадкевичит. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 500 $^{\circ}$ .



Эпитаксическое нарастание **цепинита-К** на эльпидит. «Илеритовое». РЭМ-фото. Ув. 350 $^{\circ}$ .

**Леммлейнит-Ва**  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{Ba}_{1+x}\text{Ti}_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (фото 87) описан как новый минерал из нескольких пегматитов Хибин и Ловозера, однако голотип происходит с Кукисвумчоррского месторождения (Чуканов и др., 2001). Этот минерал найден одним из авторов (А.П.) в полостях нефелин-эгиринов-микроклинового пегматитового прожилка, секущего ийолит-уртиты гор. +252 м. Леммлейнит-Ва (табл.24, №№2–3) ассоциирует с кальцитом, натролитом, стронцианитом, эпидидимитом, маккельвиитом, лабунцовитом-Мп, сфалеритом, галенитом, пиритом, халькопиритом и недоизученным водным Мп-силикатом, близким к раиту. Леммлейнит-Ва дает длиннопризматические кристаллы до  $20 \times 4 \times 2$  мм, часто расщепленные, собранные в веерообразные и сноповидные сростки. Они образованы гранями {100}, {010}, {-201}, {-401} (пояс призмы), {001} и {110} (головка). Минерал прозрачный, ярко-оранжевый до оранжево-красного; некоторые индивиды полихромные: внешние зоны их желтоватые до бесцветных.

**Вуориярвит-К**  $(\text{K},\text{Na})_2(\text{Nb},\text{Ti})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{O},\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  обнаружен в нескольких пегматитах. В краевой зоне «Кукисвумчоррского» его мелкие кристаллики находятся в кавернах частичных псевдоморфоз по ферсманиту (табл.23, №7). Салатово-зеленые призматические кристаллы вуориярвита-К до 2 мм длиной находятся в полостях кварц-содалит-микроклинового прожилка в уртитях (гор. +252 м) в ассоциации с эпидидимитом, доломитом, анкеритом, кальцитом, стронцианитом, карбоцернаитом, доннейитом. В полостях другого пегматита вуориярвит-К в виде «паркетного» агрегата, состоящего из бесцветных призматических кристалликов, замещает с поверхности ромбододекаэдры пирохлора до 2 мм в поперечнике (Яковенчук и др., 1999). В «Илеритовом» вуориярвит-К образует бесцветные футляровидные кристаллы (табл.23, №6) до 0.3 мм, эпитаксически нарастающие на прозрачный светло-желтый ненадкевичит. Каждый кристалл ненадкевичита здесь облачен в тонкий «чехольчик» вуориярвита-К, и при этом граница между ними очень четкая. Кристаллы кукисвумчоррского вуориярвита образованы гранями {010}, {100}, {001} и одного из пинакоидов {h01}.

**Цепинит-На**  $(\text{Na},\text{K})_2(\text{Ti},\text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH},\text{O})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , (фото 86, 89) описанный как новый минерал из Хибин и Ловозера (Шлюкова и др., 2001), установлен нами недавно в нескольких пегматитах Кукисвумчоррского месторождения. Наиболее эффектные образцы были найдены одним из авторов (А.П.) в 1987 г в жиле, секущей ричесорриты Восточного разведочного штрека гор. +252 м. Ее зальбанды сложены калиевым полевым шпатом, эгирином и лампрофиллитом, а осевая часть — натролитом. Цепинит-На, ассоциирующий с виноградовитом и флюоритом, дает хорошо оформленные уплощенно-призматические кристаллы до  $10 \times 2.5 \times 1$  мм, часто расщепленные, собранные в сростки и друзочки. Пояс призмы их образован гранями {-201}, {100} и {-101}, а плоские головки — гранями {010}, иногда вместе с {021}. Минерал имеет вишнево-коричневый цвет; нередко краевые зоны кристаллов окрашены интенсивнее, чем ядра. В полостях «Комаровитового» сростки коричневых грубопризматических кристаллов (до 0.5 мм) цепинита-На входят в состав поликомпонентных псевдоморфоз по пластинам вуоннемита.

Таблица 24. Химический состав (мас. %) леммлейнита-К (1), леммлейнита-Ва (2–3), лабунцовита-Мг (4), лабунцовита-Мп (5–6), лабунцовита-Fe (7–8) и нескевараита-Fe (9)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na <sub>2</sub> O	4.41	5.32	5.50	4.76	3.63	6.35	5.45	3.44	3.45
K <sub>2</sub> O	14.54	6.96	6.72	7.42	6.58	9.72	8.54	7.60	9.11
CaO	0.25	нпо	нпо	нпо	нпо	0.10	нпо	0.05	0.03
SrO	нпо	0.11	0.20	0.03	нпо	нпо	0.10	нпо	0.07
BaO	0.24	12.63	13.12	8.09	9.85	1.05	8.02	5.09	5.07
MgO	нпо	0.39	0.16	1.43	0.22	0.12	0.30	0.50	0.05
MnO	0.09	1.58	1.74	0.08	3.22	3.27	0.23	0.12	1.03
ZnO	нпо	0.09	нпо	0.03	нпо	нпо		нпо	0.11
FeO	нпо	0.38	0.54	0.89	1.57	1.39	2.41	3.07	1.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	0.03	нпо	нпо	нпо	0.16	0.04	0.05	нпо
SiO <sub>2</sub>	39.22	38.00	37.44	39.24	39.94	41.35	39.66	42.48	37.95
TiO <sub>2</sub>	14.88	25.12	23.99	25.74	25.31	27.17	25.61	28.36	14.80
ZrO <sub>2</sub>	нпо	0.11	0.08	0.12	0.38	нпо	0.05	0.23	0.08
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18.68	0.43	0.52	0.32	0.22	нпо	1.11	1.42	18.21
H <sub>2</sub> O	не опр	8.02	не опр	не опр	не опр	не опр	8.20	не опр	не опр
<b>Сумма</b>	<b>92.31</b>	<b>99.17</b>	<b>90.01</b>	<b>88.15</b>	<b>90.92</b>	<b>90.68</b>	<b>99.72</b>	<b>92.41</b>	<b>91.94</b>

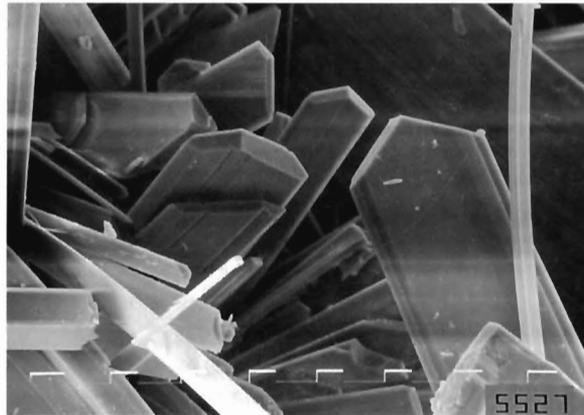
ПРИМЕЧАНИЕ: источники: 2–3 — Чуканов и др., 2001; 7 — Хомяков и др., 2001; 4 — Чуканов и др., 2003b; 9 — Чуканов и др., 2003c; 1, 5, 6, 8 — данные настоящей работы. 8 — Северный карьер

**Цепинит-К**  $(K,Na)_2(Ti,Nb)_2[Si_4O_{12}]_2(OH,O)_2 \cdot 3H_2O$  (фото 79) описан нами как новый минерал одновременно из нескольких пегматитов Ловозера и Хибин, в том числе из «Илеритового». Он образует здесь призматические кристаллы длиной до 0.5 мм, редко до 1 мм. В «Илеритовом» встречаются три разновидности цепинита-К, различающихся по морфологии и окраске. Так, в одной из полостей обнаружены бесцветные и желтоватые досковидные кристаллы (табл.23, №9) с плоскими головками, образованными гранями {010}, и их друзовые сростания. В другом случае коричневые грубоограненные призмы цепинита-К эпитактически нарастают на бесцветные длиннопризматические кристаллы эльпидита. Наконец, коричневато-оранжевая разновидность минерала образует в мелких полостях расщепленные призматические и таблитчатые кристаллы и их сноповидные сростки, для которых тоже характерна эпитактика на эльпидите. В огранке пояса призмы кристаллов цепинита-К доминируют {100} и {001}, но иногда присутствуют и грани {h0l}. По химическому составу первые две разновидности представляют собой высокониобиевый переходный к вуориярвиту-К минерал, а третья (оранжевая) заметно беднее ниобием, но обогащена железом (Чуканов и др., 2003а). Отметим, что к цепиниту-К скорее всего, судя по приведенному анализу с  $Ti > Nb$  и  $K > Na$ , относятся описанные В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) бесцветные кристаллы «вуориярвита» длиной до 3 мм, ассоциирующие с доннейитом, катаплеитом, флюоритом и частичными псевдоморфозами вуориярвита-К по пирохлору в содалит-эгирин-микроклиновом пегматите.

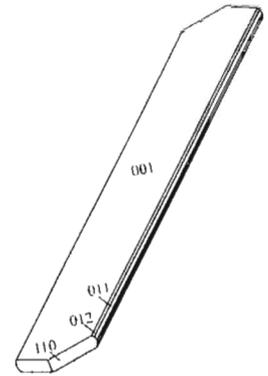
**Нескевараит-Fe**  $NaK_3Fe(Ti,Nb)_4[Si_4O_{12}]_2(O,OH)_4 \cdot 6H_2O$  (фото 84, 88) описан как новый минерал одновременно из щелочно-ультраосновного массива Вуориярви (участок Нескевара) в Северной Карелии и из Кукисвумчоррского месторождения (Чуканов и др., 2003с). На Кукисвумчорре нескевараит-Fe найден одним из авторов (А.П.) в 1996 г в образце керна разведочной скважины, пробуренной в подземной выработке на гор. +172 м. Обнаруженные здесь кристаллы являются крупнейшими для этого минерала. Они приурочены к кавернозной породе, сложенной зернистым агрегатом белого кальцита и желтоватого калиевого полевого шпата приблизительно в равных количествах. Эти кристаллы практически непрозрачные, желто-коричневые, имеют уплощенно-призматическую



Кристаллы **кукисвумита**. «Кукисвумитовое». РЭМ-фото. Ув. 16000 $\times$ .



Кристаллы **виноградовита**. «Нейборитовое». РЭМ-фото. Ув. 1500 $\times$ .



Кристалл **виноградовита**

форму и достигают в длину 1.8 см при ширине до 4 мм и толщине до 1 мм. Они вырастают в кальцит или располагаются в полостях. Нескелераит-Fe (табл.24, №9) дает тесные сростки, нередко параллельные (синтаксические?) с прозрачным густо-красным лабунцовитом-Fe, а наиболее поздними в этой ассоциации являются мелкие кристаллики доннейита и покрывающие стенки полостей пленки бурого-черного твердого битума. Индивиды нескелераита-Fe, вытянутые вдоль [010], обычно достаточно грубые, но встречаются и хорошо оформленные кристаллы с четкими головками. Пояс их призм образован комплексом покрытых продольной штриховкой граней  $\{-201\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{-101\}$ , иногда  $\{001\}$ , а головки — гладкими гранями  $\{021\}$  с узким пояском граней  $\{010\}$ .

**Лоренценит (рамзаит)  $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_9$**  (фото 90, 107) в небольших количествах характерен для многих пегматитов месторождения. Обычно он встречается в составе гидротермальных парагенезисов, в тесной ассоциации с натролитом и эгирином, образуя призматические до игольчатых кристаллы, достигающие в длину первых сантиметров и имеющие коричневый цвет разной густоты. В полостях встречаются и бесцветные, белые или красноватые тонкоигольчатые до волосовидных кристаллы этого минерала длиной до 1 см, прозрачные, с сильным шелковистым блеском. Визуально такой лоренценит очень трудно отличим от виноградовита. Это сходство усиливается тем, что светлоокрашенный лоренценит, как и виноградовит, обладает желтой люминесценцией в ультрафиолетовых лучах. В полостях «Комаровитового» встречены эффектные псевдоморфозы лоренценита по пластинам мурманита.

**Виноградовит  $\text{Na}_4\text{Ti}_4\text{AlSi}_6\text{O}_{23}(\text{OH})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  (фото 91, 107) очень широко распространен в гидротермалитах Кукисвумчоррского месторождения. Его находки сделаны в десятках пегматитовых тел в самых разных парагенезисах — от ультраагпаитовых (Содовый кваршлаг; «Нейборитовое» — табл.25, №5) до относительно низкощелочных. Обычно он нарастает на стенки полостей, нередко образуя эпитаксию на лоренцените или эгирине. Кристаллы виноградовита чаще всего досковидные, вытянутые вдоль [100] и уплощенные по [001], нередко с продольной штриховкой на гранях пояса призмы  $\{0kl\}$ , а также игольчатые до волокнистых. Они образованы гранями  $\{110\}$  (головка),  $\{001\}$ ,  $\{011\}$  и  $\{012\}$  и в длину обычно не превышают 5–6 мм, изредка достигая 1.5 см. Минерал прозрачный, с сильным стекляннным, а у волокнистых разновидностей шелковистым блеском, бесцветный или же белый, розоватый, коричневатый, кремово- или медово-желтый, в ультрафиолетовых лучах имеет интенсивную желтую люминесценцию. Очень часто кристаллы виноградовита расщеплены, обычно в плоскости *ac*, образуют сноповидные сростки и сферолиты, друзовые корки. Интересно нарастание в параллельном положении крупных (до 1.5 x 0.8 см) кристаллов светлого медово-желтого виноградовита на морфологически сходные коричневые кристаллы лоренценита. Эти эффектные сростки найдены одним из авторов (А.П.) среди натролита в пегматитовой жиле, вскрытой на гор. +252 м. Входит виноградовит и в состав псевдоморфоз по ломоносовиту и лоренцениту.

**Кукисвумит  $\text{Na}_6\text{ZnTi}_4\text{Si}_8\text{O}_{28}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$**  (фото 93) — эндемик Кукисвумчоррского месторождения. Образцы с будущим кукисвумитом были собраны одним из авторов (А.П.) в 1988 г в пегматитовом теле, получившем впослед-

Таблица 25. Химический состав (мас. %) лоренценита (1–3), виноградовита (4–5), кукисвумита (6–7), манганокукисвумита (8), щербаковита (9), нептунита (10), манганнептунита (11) и нарсарсукиита (12–13)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na <sub>2</sub> O	17.29	17.87	17.45	16.59	14.94	16.10	16.46	16.17	7.27	6.72	6.88	16.2	15.84
K <sub>2</sub> O	0.15	нпо	0.53	1.54	2.32		нпо	0.12	12.38	4.75	5.10	0.3	0.31
CaO	нпо	0.04	0.24	0.02	нпо		нпо	1.73	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
BaO		нпо	нпо	нпо	1.09		нпо	нпо	6.85	нпо	нпо		нпо
MgO	0.08	нпо	нпо	нпо	0.07		0.06	нпо	0.08	нпо	0.13	0.1	нпо
MnO	0.05	нпо	0.13	нпо	нпо	0.74	0.52	4.96	нпо	6.85	12.02	0.1	0.39
ZnO			нпо	нпо	нпо	5.88	6.19	нпо	нпо	нпо	нпо		нпо
FeO						0.25	0.16			8.69	3.43		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.13	1.12	1.55	0.92	0.32			0.73	1.18			1.6	2.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16	0.03	0.60	8.10	6.84		нпо	0.21	0.11	нпо	нпо	0.7	0.50
SiO <sub>2</sub>	34.45	34.64	34.39	38.69	36.87	42.75	42.89	42.00	42.49	50.96	54.11	63.5	62.08
TiO <sub>2</sub>	45.06	43.47	44.96	30.17	30.21	26.86	28.37	24.47	20.23	19.36	16.63	16.0	16.33
ZrO <sub>2</sub>	нпо		нпо		нпо		нпо	0.64	2.74	нпо	нпо	2.2	0.30
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	2.58	нпо	1.21	1.04	0.86	0.33	1.97	6.28	нпо	0.38	0.5	0.68
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.04					нпо						
F											0.45	1.0	
..O=F <sub>2</sub>											–0.10	–0.4	
<b>Сумма</b>	<b>100.37</b>	<b>99.79</b>	<b>99.85</b>	<b>97.24</b>	<b>93.70</b>	<b>99.94*</b>	<b>94.98</b>	<b>93.30</b>	<b>99.79*</b>	<b>97.33</b>	<b>99.03</b>	<b>101.8</b>	<b>99.03</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 6 — H<sub>2</sub>O 6.50; 9 — SrO 0.18.

Источники: 1 — Боруцкий и др., 1971; 12 — Хомяков, 1990; 6 — Яковенчук и др., 1991b; 2, 4 — Яковенчук и др., 1999;

3, 5, 7–11, 13 — данные настоящей работы.

3 — «Комаровитовое»; 5 — «Нейборитовое»; 6 — «Кукисвумитовое»; 7, 10, 13 — «Илеритовое»; 8 — «Беловитовое»

ствии по этой находке название «Кукисвумитовое». В кавернозных участках серебристо-белые игольчатые кристаллы кукисвумита длиной до 7 мм образуют сноповидные сростки, нарастающие на эгирин и лабунцовит-Мп в ассоциации с кальцитом, доннейитом, флюоритом, стронцианитом, сульфидами и др. В ядре пегматита присутствуют гнезда (до 8 см в поперечнике) лампрофиллита, на гидротермальной стадии частично замещенного бесцветным тонкоигольчатым кукисвумитом (Яковенчук и др., 1991b, 1999). Недавно кукисвумит (табл. 25, №7) установлен нами также в пегматитовом теле «Илеритовое», где его белые пластинки до 0.5 мм замешают лампрофиллит.

**Манганокукисвумит** Na<sub>6</sub>MnTi<sub>4</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>28</sub>·4H<sub>2</sub>O — аналог кукисвумита с Мп вместо Zn — открыт недавно Р.А.Го с соавторами в гидротермалитах щелочного комплекса Сент-Илер в Квебеке, Канада, где образует радиальные сростки бесцветных до бежевых мечевидных кристаллов длиной до 0.5 мм (Horvath, 2003). Нами на Кукисвумчоррском месторождении сделана вторая в мире находка этого минерала. Он обнаружен в «Беловитовом» в виде сферолитов и розеток диаметром до 0.7 мм, сложенных бесцветными удлиненными пластинками (табл. 25, №8) с сильным перламутровым блеском. Манганокукисвумит нарастает на стенки мелких полостей в натролит-микроклинных агрегатах и тесно ассоциирует с ненадкевичитом и сфалеритом.

**Щербаковит** (K,Ba)<sub>2</sub>Na(Ti,Nb)<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>14</sub> встречается в пегматитах «расвумчоррского типа», где дает коричневые грубопризматические кристаллы (табл. 25, №9) длиной до 3 см, ассоциирующие с эгирином, ортоклазом, нефелином, лампрофиллитом, ломоносомитом, фенакситом, дельхайелитом и др.

**Нептунит**  $K_2NaLiFe_2Ti_2Si_8O_{24}$  впервые для Хибин установлен нами в «Илеритовом». Он образует темные коричнево-красные до почти черных изометричные зерна и плохоограненные кристаллы до 0.5 мм и их скопления до 7 мм, тесно ассоциирующие в кавернозном флюорит-кальцит-натролитовом агрегате с нарсарсукитом, лабунцовитом-Мп, флогопитом, эгирином и др. Минерал представлен марганцевистой разновидностью (табл.25, №10); некоторые индивиды в этих скоплениях отвечают по составу манганнептуниту ( $Mn > Fe$ ).

**Манганнептунит**  $K_2NaLiMn_2Ti_2Si_8O_{24}$  — сравнительно нередкий гидротермальный минерал Кукисвумчоррского месторождения, в малых количествах встреченный в целом ряде пегматитов. Наиболее крупные его кристаллы (табл.25, №11), достигающие 4 мм, нарастают на микроклин в полостях пегматита, вскрытого выработкой гор. +172 м, где ассоциируют с фторапофиллитом, стронцианитом, минералами ряда лабунцовит-Мп — лемлейнит-К и др. Эти кристаллы (моноклинная симметрия, класс 2/m) имеют темно-красный до почти черного цвет и короткопризматический габитус. Они образованы гранями {110}, {001}, {−301} и {111}.

**Нарсарсукиит**  $Na_2(Ti,Fe)_2Si_4(O,F)_{11}$  впервые для Хибин встречен в керне скважины на Кукисвумчорре. Он дает темные розовато-коричневые зерна и плохообразованные кристаллы (табл.25, №12) до 2 см, находящиеся в тесном сростании с власовитом в ийолит-уртитовом пегматите. Другие ассоциирующие минералы здесь представлены эвдиалитом, пектолитом, лабунцовитом, лоренценитом (Хомяков, 1990). Нами нарсарсукиит в существенном количестве установлен в «Илеритовом», в кавернозных флюорит-кальцит-натролитовых агрегатах, развившихся при гидротермальном изменении обогащенных содалитом участков. В основном он представлен необычной морфологической разновидностью — мягкими тонковолокнистыми (длина волокон до 5 мм) скоплениями белого или кремового цвета с сильным шелковистым блеском, заполняющими мелкие полости. Также здесь обычны тонкие бесцветные или желтоватые иголки этого минерала, собранные в параллельные или радиальные сростки; иногда встречаются «солнца» до 3 см в диаметре, вросшие в кальцит и натролит. Изредка такие агрегаты имеют очень эффектный ярко-розовый до клубничного цвет. Наконец, в полостях обнаружены тетрагонально-призматические (класс 4/m) кристаллы нарсарсукиита до 2 мм и их щеточки, нередко нарастающие на волокнистую разность этого же минерала. Эти кристаллы, образованные гранями {100} и {001}, прозрачны или полупрозрачны, имеют желтоватый до нежно-розового цвет. Нарсарсукиит в «Илеритовом» (табл.25, №13) тесно ассоциирует с лабунцовитом-Мп, минералами ряда нептунит-манганнептунит, флогопитом, тайниолитом.

**Лампрофиллит**  $(Sr,Ba)_2Na_3Ti[Ti_2O_2(Si_2O_7)_2](OH,F)_2$  широко распространен в породах и особенно в пегматитах месторождения. Он встречается в пегматитах практически всех типов, иногда играя в них роль породообразующего минерала. Лампрофиллит формирует призматические индивиды длиной до 10–15 см, их сростки, радиальные и хаотические агрегаты. Нередки также пластинчатые, игольчатые, волокнистые выделения этого минерала. Он имеет золотисто-коричневую до желтой окраску. Для пегматитов «расвумчоррского типа» характерна выскобариевая разновидность минерала (табл.26, №2).

**Баритолампрофиллит**  $(Ba,Sr)_2Na_3Ti[Ti_2O_2(Si_2O_7)_2](OH,F)_2$  был описан как новый минерал в образце «лампрофиллита» с Кукисвумчорра, переданном Е.И.Семеновым в Музей Пекинского университета (Peng, Chang, 1965). Этот минерал здесь находится в пегматите вместе с лампрофиллитом, эгирином, нефелином, калиевым полевым шпатом, канкринитом и апатитом (Рекон, 1998а). Темно-коричневые уплощенно-призматические кристаллы (до 5 мм длиной) баритолампрофиллита (табл.26, №3) ассоциируют с ринкитом, натролитом и баритокальцитом в осевой зоне содалит-эгирин-микроклинового пегматита, секущего уртиты гор. +322 м на Юкспорском крыле Кировского рудника (Яковенчук и др., 1999).

**Астрофиллит**  $K_2NaFe_7Ti_2Si_8O_{24}(O,OH)_7$  в небольших количествах встречается в простых пегматитах в виде самостоятельных пластинчатых индивидов (до 1–2 см) золотисто-коричневого цвета, а также образует корониты вокруг энigmatита. В одном из пегматитов, залегающих в апатитовой породе (гор. +252 м) нами встречены параллельные и сноповидные сростки игольчатых кристаллов (табл.26, №5) длиной до 3.5 см насыщенного темно-золотистого цвета с сильным полуметаллическим блеском. С ними тесно ассоциируют пластины ильменита до 3 см с оторочками бледно-розового титанита.

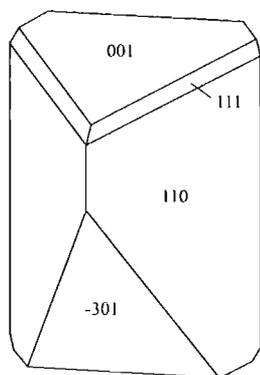
**Куплетскит**  $K_2NaMn_7Ti_2Si_8O_{24}(O,OH)_7$  установлен нами в пегматите, секущем ийолит-уртиты гор. +252 м, где образует в полостях прозрачные пластинки (табл.26, №6) до 3 x 1 x 0.3 мм коричнево-красного цвета. Они нара-

Таблица 26. Химический состав (мас. %) лампрофиллита (1–2), баритолампрофиллита (3), астрофиллита (4–5), куплетскита (6), магнизоастрофиллита (7–8), нафертисита (9), ломоносовита (10), мурманита (11), буссенита (12) и делиндеита (13)

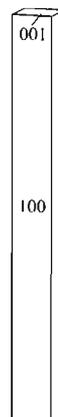
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na <sub>2</sub> O	11.90	9.09	10.14	2.44	1.95	2.24	4.74	4.48	4.78	26.27	8.66	8.98	4.82
K <sub>2</sub> O	1.32	3.08	нпо	6.39	6.41	6.52	7.64	7.35	1.64	нпо	1.36	0.65	1.04
CaO	1.01	0.53	1.11	2.24	1.75	0.78	0.70	1.03		2.44	7.72	1.56	0.04
SrO	12.00	9.05	3.30	нпо	нпо	нпо	нпо	0.07		нпо		6.78	0.29
BaO	8.58	12.17	17.07	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо		нпо	0.8	28.79	34.46
MgO	0.51	0.36	0.27	1.86	1.95	2.18	5.81	5.27	1.28	0.41	0.80		нпо
MnO	2.47	1.61	2.04	5.11	4.84	19.80	2.86	2.49	0.79	0.59	2.26	4.68	0.37
ZnO					0.24	0.39							0.09
FeO	2.96	4.90	4.32	27.11	29.98	14.34	22.46	18.82	21.04	2.80	нпо	6.77	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								3.73	14.53		3.05		2.93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	0.10	нпо	1.59	0.65	0.44	0.30	0.35	1.32	нпо	0.8		0.48
SiO <sub>2</sub>	30.64	29.92	30.07	37.34	34.56	35.72	38.94	38.27	38.92	24.16	22.68	18.01	26.10
TiO <sub>2</sub>	28.19	27.17	27.50	11.41	12.36	9.22	12.50	13.49	8.32	24.73	36.74	11.57	23.01
ZrO <sub>2</sub>				0.20			0.11			0.39	0.20		
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	нпо	нпо		0.12	0.56	4.07	0.88	нпо	0.33	1.93	3.57	1.04	0.39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	нпо	нпо		нпо	нпо	нпо				14.44	3.12		нпо
H <sub>2</sub> O									7.85			3.90	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>							2.81	3.60			4.28		
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>								0.90			3.09		
F	не опр	не опр	не опр	не опр	не опр	не опр	0.34	0.36		не опр	0.89	2.79	нпо
-O=F <sub>2</sub>							-0.14	-0.14			-0.37	-1.17	
<b>Сумма</b>	<b>99.70</b>	<b>98.28</b>	<b>95.99*</b>	<b>95.81</b>	<b>95.25</b>	<b>95.70</b>	<b>100.14*</b>	<b>100.07</b>	<b>100.80</b>	<b>98.16</b>	<b>100.02</b>	<b>100.11*</b>	<b>94.02</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 3 — ThO<sub>2</sub> 0.17; 7 — Li<sub>2</sub>O 0.0041, Rb<sub>2</sub>O 0.17, Cs<sub>2</sub>O 0.012; 11 — CO<sub>2</sub> 5.76.

Источники: 11 — Соколова и др., 1971b; 8 — Семенов, 1972; 7 — Забавникова, 1975; 9 — Хомяков и др., 1995; 1, 3 — Яковенчук и др., 1999; 2 — Хомяков и др., 2001a; 13 — Ferraris *et. al.*, 2001; 2, 4–6, 10 — данные настоящей работы



Кристалл  
манганнепунита



Кристалл нарсарсукита.  
«Илеритовое»

стают на микроклин и эгирин в тесной ассоциации с широкошинитом, лоренценитом, натролитом, кальцитом, ромондитом-(Се), галенитом.

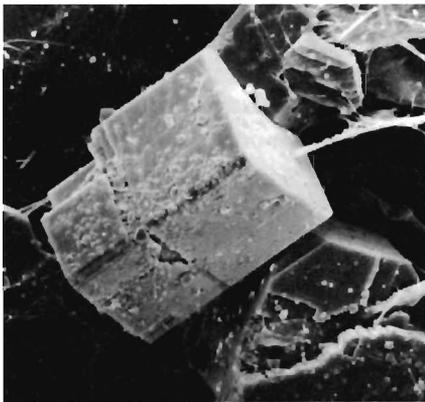
**Магнезиоастрофиллит**  $K_2Na_2Mg_2Fe_5Ti_2Si_8O_{24}(O,OH)_7$  (фото 92) открыт в пегматитах Кукисвумчоррского месторождения. Первое описание его как обогащенной магнием разновидности астрофиллита было дано Е.И.Семеновым в 1959 г: «...нами изучен несколько необычный тонковолокнистый астрофиллит из пегматитов Хибин... Этот астрофиллит образует в микроклин и натролите спутанноволокнистые агрегаты размером до 3 см. Толщина отдельных волокон равна сотым долям миллиметра. Минерал имеет необычную светло-желтую, иногда зеленоватую окраску... По химическому составу волокнистый астрофиллит с горы Кукисвумчорр отличается необычно высоким содержанием магния (6.39% MgO)...» (Е.И.Семенов, 1959а). Изучив этот минерал на материале Е.И.Семенова с г.Юкспор, Ч.Пэн и Ч.Ма установили его моноклинную, в отличие от триклинного астрофиллита, симметрию и обнаружили собственную позицию атомов Mg в структуре, что позволило им выделить его как «Mg-астрофиллит» (Пэн, Ма, 1963). На Кукисвумчорре магнезиоастрофиллит встречается в различных постмагматических образованиях, а наиболее часто — в пегматитах «расвумчоррского типа», пектолит- и натролит-полевошпатовых телах. Так, в жиле пектолит-полевошпатового состава, секущей апатитовую породу, зафиксированы желваки спутанно-волокнистого магнезиоастрофиллита до 20 x 10 см (Дудкин и др., 1964). Кроме волокнистой, встречаются мелколистоватая и чешуйчатая разновидности минерала. Так, нами в отвалах Саамского карьера найдены фрагменты секущего ийолит-уртиты полевошпат-пектолит-натролитового тела, в котором присутствуют сплошные гнезда магнезиоастрофиллита до 15 см в поперечнике, сложенные агрегатами изогнутых листочков до 5 мм, имеющих латунно-желтый с зеленоватым оттенком цвет. В ассоциации с ними находятся эгирин, лампрофиллит, титанит, нефелин, поздний кальцит.

**Нафертисит**  $Na_3(Fe^{2+},Fe^{3+})_6Ti_2Si_{12}O_{34}(O,OH)_7 \cdot 2H_2O$  открыт в керне скважины (глубина 224 м от поверхности) на Кукисвумчорре. Он образует в пегматите асбестовидные параллельно-волокнистые агрегаты темного травяно-зеленого цвета, визуально похожие на магнезиоастрофиллит или волокнистый эгирин. Обособления нафертисита размерами от 5 до 15 мм приурочены к интерстициям между индивидами калиевого полевого шпата. В этом пегматите присутствуют также щелочной амфибол, эгирин, нефелин, содалит, канкринит, пектолит, эвдиалит, ринкит, кальцит, бербанкит, эвальдит, виллиомит и молибденит (Хомяков и др., 1995).

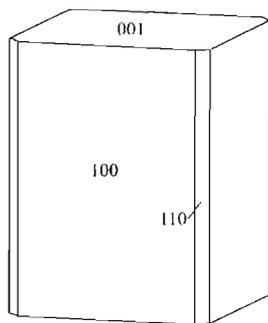
**Ломоносовит**  $Na_2Ti_2Si_2O_9 \cdot Na_3PO_4$  на месторождении распространен в бесполостных ультраапатитовых пегматитах, связанных с мельтейгит-уртитам и риччорритами (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). Наибольшие скопления свежего ломоносовита (табл.26, №10) темно-коричневой до почти черной окраски, с сильным стеклянным блеском на плоскостях спайности, приурочены к пегматитам «расвумчоррского типа». Здесь индивиды этого минерала достигают нескольких сантиметров в поперечнике и ассоциируют с эгирином, виллиомитом, фенакситом, дельхайелитом, джерфишеритом и др.

**Мурманит**  $Na_2(Ti,Nb)_2Si_2O_9 \cdot nH_2O$  (фото 94) малораспространен на месторождении. Это вторичный минерал — продукт изменения ломоносовита. В гидротермально переработанных пегматитах «расвумчоррского типа» мурманит образует по нему частичные до полных псевдоморфозы белого, розоватого или коричневого цвета. Очень эффектные образцы мурманита собраны одним из авторов (А.П.) в гидротермально измененной зоне «Комаровитового». Здесь полные псевдоморфозы мурманита по хорошо ограненным расщепленным пластинчатым кристаллам ломоносовита до 3 см и более грубым — до 7–8 см, находятся в полостях, оставшихся после растворения порообразующих алюмосиликатов. Эти псевдоморфозы имеют розовый до густо-сиреневого цвет и перламутровый блеск, но обычно покрыты черными пленками оксидов Mn.

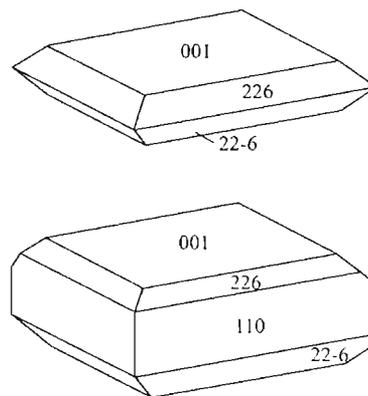
**Буссенит**  $Na_2Ba_2FeTiSi_2O_7(CO_3)(OH)_3F$  — эндемик Кукисвумчоррского месторождения. Образцы с ним были собраны в отвалах Кировского подземного рудника Ю.П.Меньшиковым и представляют собой фрагменты содалит-натролит-кальцитового прожилка, секущего уртит близ контакта с апатитовой породой. Буссенит образует в осевой зоне прожилка дендритовидные и плейчатые агрегаты, состоящие из пластинок до 5 мм в поперечнике при толщине до 0.5 мм, имеющие желто-коричневый цвет и стеклянный блеск: визуально этот минерал напоминает лампрофиллит. В ассоциации с ним находятся эгирин, биотит, гоннардит, виноградит, титанит, эвдиалит, баритокальцит, фторапатит, флюорит, джерфишерит и молибденит (Хомяков и др., 2001а).



Кристалл ситинакита. РЭМ-фото. Ув. 1400 $\times$ .



Кристалл ситинакита



Кристаллы ферсманита

**Делиндеит**  $\text{Ba}_2(\text{Na}, \square)_3(\text{Ti}, \text{Fe})[\text{Ti}_2(\text{O}, \text{OH})_4\text{Si}_4\text{O}_{14}](\text{H}_2\text{O}, \text{OH}, \text{O})_2$  установлен нами в пегматитовом прожилке, секущем уртиты на Юкспорском крыле Кировского подземного рудника. Он образует прозрачные розовато-коричневые таблитчатые кристаллы до 0.6 x 0.3 мм, как правило, расщепленные. Эти кристаллы и их группы нарастают на полевой шпат в мелких полостях и вырастают в натролит, ассоциируя с эгирином, биотитом и карбонат-фторапатитом. На этом материале (табл.26, №13) впервые изучена кристаллическая структура минерала (Ferraris et al., 2001).

**Ферсманит**  $(\text{Na}, \text{Ca})_4\text{Ca}_4(\text{Ti}, \text{Nb})_4[\text{Si}_2\text{O}_7]_2\text{O}_8\text{F}_3$  (фото 96. 104) встречается во многих пегматитах, как простых, так и дифференцированных. Он обычен для полевошпат-эгириновых, виллиомит-полевошпатовых и других жил, развитых в верхней зоне месторождения (Солодовникова, 1959). М.Н.Соколова (1965) отмечает этот минерал в апофизах крупного полевошпат-содалит-натролитового пегматита в тесной ассоциации с эвдиалитом, лампрофиллитом, эгирином и ринкитом. Хорошо ограненные таблитчатые кристаллы ферсманита (табл.27, №4) до 2 см в поперечнике и до 5 мм толщиной находятся вместе с лоренценитом, аннитом и астрофиллитом в содалит-пектолит-микроклиновой жиле, секущей уртиты гор. +252 м (Яковенчук и др., 1999). Самые крупные из известных для месторождения кристаллов этого минерала достигают в поперечнике 3.5 см. Они вырастают в полевой шпат в верхней части линзовидного пегматита с крупными гнездами виллиомита, эвдиалитом, ринкитом и др. В другом пегматите хорошо ограненные блестящие таблитчатые кристаллы ферсманита до 1.5 см вырастают в агрегаты зеленого игольчатого эгирина и в массивный клееподобный ринкит-«ловчоррит». В некоторых телах ферсманит наблюдается в составе позднегидротермальных ассоциаций — нарастает на натролит в полостях. Истинная симметрия ферсманита моноклиная, класс 2/m (Sokolova et al., 2002), но кристаллы его обычно имеют псевдотетрагональный или псевдоромбический облик. Они образованы гранями {001}, {226}, {22-6} и {110} (структурная установка). Минерал прозрачный, желто-коричневый до темно-коричневого, иногда с розовым оттенком, блеск стеклянный. В гидротермальных условиях ферсманит иногда частично или полностью замещается другими Ti- или Nb-минералами — монголитом («Кукисвумитовое» — Яковенчук и др., 1999), Nb-содержащим анатазом в смеси с кварцем, полевыми шпатами, кальцитом («Илеритовое»), ненадквичитом, лабунцовитом-Mn. Кукисвумчоррский ферсманит в основном представлен высокониобиевой разновидностью, содержащей от 16.5 до 21 мас.%  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ .

**Ситинакит**  $\text{KNa}_2\text{Ti}_4\text{Si}_2\text{O}_{13}(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  был описан как новый минерал на образцах из трех пегматитов в Хибинском массиве, в том числе из Кукисвумчоррского месторождения. Голотипный материал (табл.27, №5) происходит именно отсюда, из кавернозных эгирин-виноградовит-натролитовых желваков диаметром более 10 см, содержащих также гнезда апатита. Эти желваки были обнаружены одним из авторов (А.П.) в 1984 г в гидротермально измененной зоне пегматита, вскрытого выработкой на гор. +252 м. Они имеют концентрически-зональное строение: наружная зона сложена натролитом, промежуточная — сноповидными агрегатами игольчатого и волокнистого белого виноградовита, а ядро — ажурными скоплениями черного эгирина. Ситинакит приурочен к кавернам во всех зонах, но наибольшее количество его находится вместе с виноградовитом. Хорошо оформленные изометричные тетрагонально-призматические (класс симметрии 4/mmm) кристаллы ситинакита образованы гранями {100}, {110} и {001}; нередки и более

простые индивиды кубообразной формы. Размер кристаллов достигает 2 мм, их сростков — 4 мм. Минерал прозрачный, светло-коричневый или розоватый до бесцветного, со стеклянным блеском. В другом пегматите более мелкие кристаллы ситинакита (табл. 27, №6) вместе с белым войлокоподобным виноградовитом входят в состав псевдоморфоз по пластинам ломоносавита(?), находящимся среди агрегатов зеленого эгирина в ассоциации с магнезиоастрофиллитом, шербаковитом, лоренценитом, лампрофиллитом, пектолитом, джерфишеритом и анкилитом (Меньшиков и др., 1992).

**На-комаровит**  $\text{Na}_{3-6}\text{Ca}(\text{Nb,Ti})_6[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{O,OH})_{14}(\text{F,OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , (фото 95) Кукисвумчоррского месторождения представляет собой вторую находку в мире после щелочного массива Илимаусак в Гренландии. Минерал, по составу, рентгенограмме и свойствам практически идентичный илимаусакскому (Семенов, 1969; Кривокоцева и др., 1979; Balic-Zunic et al., 2002), обнаружен на Кировском руднике А.П.Хомяковым и кратко описан под условным названием М53 (табл. 27, №7). Он образует светло-розовые прямоугольные таблички до 5 x 3 x 1 см с сильным стеклянным блеском в зальбандах гидротермальных прожилков с друзьями тонкоигольчатого натролита (Хомяков, 1990). Практически не вызывает сомнения, что это псевдоморфозы по кристаллам вуоннемита. Нами подобные псевдоморфозы, достигающие 16 см в поперечнике при толщине до 4 см, установлены в осевой натролитовой зоне «Беловитового». Самый крупный их сросток, состоящий из пяти кристаллов замещенного вуоннемита, имеет размеры 25 x 12 см. Псевдоморфозы обладают сиреневым или розовым цветом различных оттенков и в значительной мере унаследовали слюдоподобную спайность вуоннемита. Основными их компонентами являются Na-комаровит (табл. 27, №8) и апатит, образующие тонкозернистые агрегаты. В подчиненных количествах присутствуют комаровит (продукт изменения Na-комаровита), ненадкевичит и рентгеноаморфные водные оксиды Nb.

**Комаровит**  $\text{Na}_{3-x}\text{Ca}(\text{Nb,Ti})_6[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{O,OH})_{14}(\text{F,OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , (фото 98) Кукисвумчоррского месторождения является второй находкой в мире после Ловозерского массива, где этот минерал был открыт (Портнов и др., 1971; Кривокоцева и др., 1979). Здесь он установлен нами в ядрах трех пегматитов — «Беловитового», «Комаровитового» (названо именно по находке этого минерала) и еще одного небольшого тела, расположенного неподалеку от «Комаровитового». Во всех случаях он представляет собой продукт изменения Na-комаровита, в свою очередь развившегося по вуоннемиту. Если в «Беловитовом» комаровит (табл. 27, №8) лишь частично заместил Na-комаровит (см.), то в «Комаровитовом» и в соседнем с ним пегматите (табл. 27, №9), подвергшихся более глубокой гидротермальной переработке, реликтов последнего уже не осталось. На стенки крупной полости в осевой зоне «Комаровитового» нарастают розовые, кремевые, коричневатые-серые и темно-серые псевдоморфозы по хорошо ограненным таблитчатым кристаллам вуоннемита до 7 см в поперечнике. Эти псевдоморфозы сложены главным образом комаровитом, ненадкевичитом, пирохлором и апатитом в виде мелкозернистых агрегатов. Отнесение одной из главных составляющих этих псевдоморфоз к комаровиту выполнено на основании результатов электронно-зондовых анализов и рентгенограмм (Азарова и др., 2002). Недавняя работа по расшифровке структуры Na-комаровита из Илимаусака (Balic-Zunic et al., 2002) показала оригинальность структурного типа комаровита и подтвердила возможность однозначной диагностики представителей этого структурного типа по *порошковым рентгеновским данным. Согласно Т.Баличу-Жуничу с соавторами (2002), идеализированная формула чисто ниобиевого Na-комаровита имеет вид:  $\text{Na}_6\text{CaNb}_6[\text{Si}_4\text{O}_{12}]\text{O}_{14}\text{F}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . По мнению одного из авторов настоящей работы (И.П.), комаровит представляет собой продукт декатионирования (выноса натрия) и гидратации Na-комаровита, подобно тому, как мурманит является продуктом изменения ломоносавита, а эпистолит — вуоннемита. В этой связи предлагаемая упрощенная формула комаровита такова:  $\text{Na}_{6-x}\text{Ca}(\text{Nb,Ti})_6[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{O,OH})_{14}(\text{F,OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $x > 3$ , тогда как для Na-комаровита  $x < 3$ . Скорее всего, комаровит является трансформационным минеральным видом (в терминологии А.П.Хомякова), т.е. неспособным кристаллизоваться самостоятельно из жидкой или газовой фазы, а возникающим лишь путем твердофазного преобразования минерала-предшественника — Na-комаровита. Интересно присутствие в составе некоторых образцов комаровита и Na-комаровита с Кукисвумчорра заметных количеств крупных катионов — K, Ca, Sr, Ba, Pb (в частности, в кукисвумчоррском комаровите зафиксировано до 12% PbO). Это хорошо согласуется с данными Г.К.Кривокоцевой с соавторами (1979) и Т.Балича-Жуничу с соавторами (2002), свидетельствующими о том, что в структуре Na-комаровита одним из главных «строительных» элементов является пирохлоровый модуль. Возможно, крупные катионы, столь характерные для минералов группы пирохлора, попадают в комаровит путем ионного обмена на позднегидротермальной стадии.*

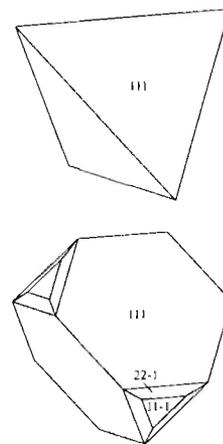
**Монголит**  $\text{Ca}_4\text{Nb}_6\text{Si}_5\text{O}_{24}(\text{OH})_{10} \cdot 5-6\text{H}_2\text{O}$  обнаружен в пегматитовом теле «Кукисвумитовое», где образует мономинеральные псевдоморфозы по ферсманиту до 2 см, располагающиеся среди эгирина и лампрофиллита. Эти псевдоморфозы неоднородны: полупрозрачные темно-коричневые блоки монголита с раковистым изломом и жирным блеском находятся в его

Таблица 27. Химический состав (мас. %) ферсманиита (1–4), ситинакита (5–6), На-комаровита (7–8), комаровита (9) и монголита (10)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na <sub>2</sub> O	7.34	7.45	6.74	7.51	10.79	11.48	12.2	6.32	0.15	2.13
K <sub>2</sub> O	0.10	0.14		нпо	4.93	5.18	1.6	0.36	0.21	1.86
CaO	26.17	26.68	27.89	27.86	0.05	0.06	4.8	7.95	7.65	8.72
SrO	0.47	0.45	0.59	0.37	0.96	1.34	0.4	2.68	0.38	2.27
BaO				0.59	0.58	1.21	0.6	5.75	3.61	1.29
MgO	0.95	0.87		нпо						
MnO	0.09	0.02	0.13	0.09			0.1	0.83	1.09	0.86
FeO			0.05							0.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.62	3.53		0.08	0.16	0.16	0.1	0.13	0.71	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.63	0.45	нпо	нпо	нпо		0.2	0.14	нпо	1.26
SiO <sub>2</sub>	22.34	23.66	23.19	22.46	17.80	18.98	18.7	15.01	15.54	17.51
TiO <sub>2</sub>	19.45	17.45	18.45	17.02	46.68	46.13	6.8	9.95	14.90	9.75
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17.39	16.52	20.20	21.03	5.05	5.70	46.1	33.39	26.91	32.40
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.72	0.82	0.38	не опр	0.05		0.4	не опр	не опр	1.08
H <sub>2</sub> O	0.44	0.47			11.70		6.0			
F	4.56	2.80	не опр	4.17			2.0	не опр	2.57	не опр
-O=F <sub>2</sub>	-1.91	-1.18		-1.76			-0.8		-1.08	
<b>Сумма</b>	<b>100.36</b>	<b>100.13</b>	<b>97.62</b>	<b>99.42</b>	<b>98.95*</b>	<b>87.24</b>	<b>99.2</b>	<b>86.53*</b>	<b>84.67*</b>	<b>79.91</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 5 — Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.12, ZrO<sub>2</sub> 0.08; 8 — ThO<sub>2</sub> 4.02; 9 — PbO 12.03. Источники: 1–2 — Костылева-Лабунцова и др., 1978b; 7 — Хомяков, 1990; 5 — Меньшиков и др., 1992; 3, 6, 10 — Яковенчук и др., 1999; 4, 8, 9 — данные настоящей работы. 8 — «Беловитовое»; 10 — «Кукисвумитовое»

же тонкозернистой массе с матовым блеском (Яковенчук и др., 1999). Хибинская находка монголита является второй в мире после массива щелочных гранитов Хан-Богдо в Монголии, где данный минерал был открыт (Владыкин и др., 1985). Интересно отметить сходство химического состава кукисвумчоррского монголита и минералов серии комаровита (табл.27, №№7–10).



Кристаллы набафита

## Фосфаты

**Дорфманит** Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O был описан как новый минерал в продуктах выветривания фосфорсодержащих ультращелочных минералов из пегматитов гор Юкспор и Коашва в Хибинах. В первой публикации (Капустин и др., 1980) указано, что корочки дорфманита наблюдались также на поверхности керна и на глыбах пород в отвалах действующих рудников еще в ряде мест Хибинского и Ловозерского массивов, в том числе на Кукисвумчорре. В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) отмечены сегрегации до 5 мм и корки толщиной до 1 мм снежно-белого порошкового дорфманита на стенках трещин в уртитях и апатит-нефелиновых породах Кукисвумчорра.

**Набафит** Na(Ba,Sr)PO<sub>4</sub>·9H<sub>2</sub>O (фото 97) был открыт на г.Юкспор в виде неправильных зерен до 5 мм (Хомяков и др., 1982с). На Кукисвумчоррском месторождении он дает прекрасно ограненные прозрачные бесцветные кристаллы (кубическая симметрия, класс 23). В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) отмечены кристаллы набафита до 3 мм в поперечнике, образованные гранями тетраэдров {111} и {11-1} и тетрагонритетраэдра {22-1}, нарастающие на кальцит и флюорит в полости маломощного (до 7 см) кальцит-микроклинового прожилка в уртитях гор. +252 м. Нами изучен набафит (табл.28, №3) из пегматитовой жилы мощностью до 35 см, залегающей в рисчорритах немного выше гор. +252 м. Здесь этот минерал дает тетра-

эдрические (образованные только гранями {111} — Реков, 1996) кристаллы до 4 мм в ребре, часто расщепленные, и их группы, нарастающие в полостях на щеточки микроклина, натролита, эгирина, лампрофиллита и лоренценита. При исследовании внутреннего строения этих кристаллов выявлено, что они содержат участки, отвечающие по составу настрोфиту (Sr>Ba).

**Настрофит**  $\text{Na}(\text{Sr},\text{Ba})\text{PO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , достаточно распространенный в ультращелочных гидротермалитах Ловозерского массива (Реков, 2000), впервые для Хибин обнаружен нами на Кукисвумчоррском месторождении. Он образует участки размером до 1 мм в тетраэдрических кристаллах набафита (см.) из пегматитовой жилы, секущей рисчорриты. Настрофит и набафит изоструктурны (Хомяков, 1990), а проведенные нами исследования состава кукисвумчоррских минералов показали, что между ними реализуется непрерывный изоморфный ряд. Визуально и под оптическим микроскопом участки кристаллов, отвечающие по составу настрофиту (табл.28, №№1–2) и набафиту, неразличимы, и переходы между ними постепенные.

**Фторапатит**  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  (фото 100) — главный промышленный минерал Хибинского массива, слагающий здесь уникальные по масштабам и по богатству месторождения, одним из которых является Кукисвумчоррское. Именно хибинский апатит вызвал на рубеже 20–30-х гг прошлого века такой огромный интерес к этому району и дал толчок интенсивному освоению всего Кольского полуострова. Хибинскому апатиту посвящены многие сотни публикаций. В специфических нефелин-апатитовых породах, слагающих многометровые тела, концентрация фторапатита достигает 95–98%. В том или ином количестве этот минерал характерен для всех пород массива, а мельтейгит-уртиты содержат его до 2% и даже более (Иванова, 1963; Дудкин и др., 1964). Обилен фторапатит и в пегматитах. Это типичный минерал простых пегматитов, где он образует сплошные светло-зеленые зернистые скопления до десятков сантиметров, обычно в ассоциации с эвдиалитом, титанитом, ринкитом, лампрофиллитом. Характерны для пегматитов и отдельные призматические кристаллы, вросшие в массу породообразующих силикатов, реже наблюдаются кристаллы в полостях. Наиболее распространены кристаллы (гексагональная симметрия, класс 6/m), образованные только гранями {100} и {001}, иногда наблюдаются также грани {101}, а в магматических породах встречаются и кристаллы с гранями {111} (Дудкин и др., 1964). Интересно, что при гигантских масштабах месторождений фторапатита находки его выдающихся образцов с крупными эффектными кристаллами в Хибинах очень немногочисленны. На Кукисвумчоррском месторождении крупнейшие из хорошо ограненных кристаллов встречены в центральной зоне «Комаровитового» (табл.28, №4). Они образованы гладкими блестящими гранями {100} и {001}, имеют длину до 6 см при толщине до 2 см, полупрозрачны или прозрачны, обладают неярким коричневато-зеленым цветом. Нередко они надломлены и «залечены», покрыты корочками кристалликов натролита и кальцита, содержат пустотки растворения других минералов. В полостях «Макинавитового» прозрачные бледно-зеленые изометричные кристаллы фторапатита, нарастающие на щетки микроклина, пектолита и эгирина, достигают 1 см. Гексагональные таблички зеленоватого фторапатита до 1 см в поперечнике характерны для пегматитов с цирконом и биотитом. Корки бесцветного и белого фторапатита ассоциируют с цеолитами и кальцитом в поздних высококальциевых гидротермалитах. Отметим, что фторапатит в щелочных пегматитах достаточно устойчив к химическому изменению. На месторождении лишь в ультраапатитовых пегматитах «расвумчоррского типа» наблюдалось его замещение накафитом, а в некоторых гидротермалитах — растворение, иногда с перекристаллизацией. Как правило, кукисвумчоррский фторапатит содержит не менее 1 мас.% SrO, и нередко также примеси Na, REE, Th.

**Карбонат-фторапатит**  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3\text{F}$  на месторождении встречается в основном в высококальциевых гидротермалитах и зонах выветривания, где дает белые корочки в трещинах пород (Костылева-Лабунцова и др., 1978b). В.Н.Яковенчуком с соавторами (1999) он отмечен в виде бледно-коричневых призмочек длиной до 1 мм в паранатролитовом прожилке с амичитом, секущем апатит-нефелиновые породы гор. +252 м. Нами бесцветные гексагональные таблички карбонат-фторапатита обнаружены в полостях пегматитового прожилка в урритах на Юкспорском крыле Кировского подземного рудника, где этот минерал нарастает на полевой шпат и натролит в ассоциации с делиндеитом, эгирином, биотитом.

**Карбонат-гидроксилапатит**  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{OH})$  впервые для Хибин достоверно установлен Н.В.Чукановым и нами в натролитовой зоне «Беловитового». Он образует белые тонкозернистые агрегаты, тесно срастающиеся с недоизученным практически бесфосфористым борнеманитоподобным минералом. Размеры гнезд, сложенных этими двумя фазами, достигают 7–8 см. Карбонат-гидроксилапатит безошибочно отличается от других членов группы апатита по ИК-спектру.

**Беловит-(Ce)**  $\text{Sr}_3\text{NaCe}(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{OH})$  (фото 102) впервые для Хибин установлен в ультраапатитовых пегматитах Кукисвумчоррского месторождения (Хомяков, 1990). Он встречен на Кировском подземном руднике в нескольких телах

Таблица 28. Химический состав (мас. %) настрофита (1–2), набафита (3), фторопатита (4–5), беловита-(Ce) (6), беловита-(La) (7), брэдлиита (8), сидоренкита (9–10) и бонштедтита (11–13)

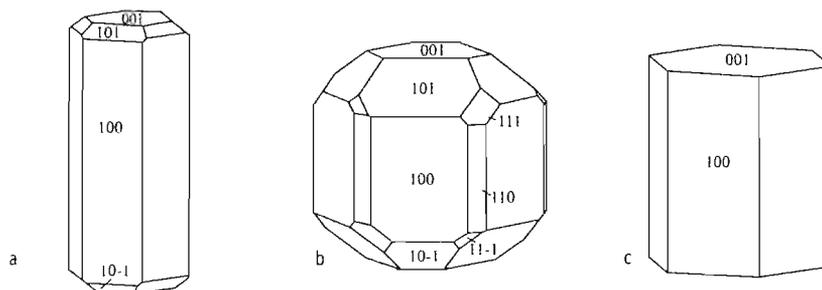
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na <sub>2</sub> O	8.22	8.01	7.72	нпо	1.51	4.47	4.09	32.94	33.41	32.78	35.34	32.90	34.56
K <sub>2</sub> O		0.36								0.31	0.03		
CaO	0.07	нпо	0.08	52.26	50.36	1.07	0.50	0.02	0.01	0.75	0.03	0.01	нпо
SrO	13.86	15.01	11.10	4.90	1.67	38.91	40.09	0.04	0.01			0.01	нпо
BaO	18.44	15.98	23.56	нпо	нпо	2.17	2.35						нпо
MgO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	6.59	3.71		2.54	6.17	1.53
MnO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	4.33	12.88	23.13	1.65	4.04	8.35
FeO	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	11.47	5.10	1.80	16.66	11.39	11.48
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	8.09	13.08						не опр
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	11.40	8.15						не опр
Pt <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.64	0.30						не опр
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	1.95	0.30						не опр
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0.19	0.03						не опр
SiO <sub>2</sub>								0.24					0.27
ThO <sub>2</sub>					3.50		0.43						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17.45	18.09	17.75	41.43	41.40	29.21	28.30	26.50	27.15	26.01	26.17	26.62	25.79
F	не опр	не опр	не опр	3.56	3.75	2.27	2.04						не опр
-O=F <sub>2</sub>				-1.50	-1.58	-0.96	-0.86						
<b>Сумма</b>	<b>58.04</b>	<b>57.45</b>	<b>60.21</b>	<b>100.65</b>	<b>100.61</b>	<b>99.41</b>	<b>99.31*</b>	<b>81.89</b>	<b>82.27</b>	<b>84.78</b>	<b>82.42</b>	<b>81.14</b>	<b>81.98</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.01, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.01, SO<sub>3</sub> 0.03, H<sub>2</sub>O\* 0.22.

Источники: 11 — Хомяков и др., 1982а; 8, 9, 12 — Хомяков, 1990; 7 — Пеков и др., 1996; 10 — Яковенчук и др., 1999; 1–6, 13 — данные настоящей работы. 4 — «Комаровитовое»; 5 — «Илеритовое»; 6, 7 — «Беловитовое»; 13 — «Нейборитовое».

(Яковенчук и др., 1999), но самым замечательным объектом, давшим великолепные кристаллы этого минерала, является «Беловитовое». Здесь прекрасно образованные кристаллы беловита-(Ce) (табл.28, №6) достигают в длину 5.5 см при толщине до 1 см. Эти кристаллы (тригональная симметрия, класс -3) обычно образованы комбинацией граней гексагональной призмы {100}, пинакоида {001} и ромбоэдров {101} и {10-1}. Грани ромбоэдров нередко имеют неравное развитие, что наглядно иллюстрирует тригональную симметрию беловита, в отличие от гексагонального апатита. Беловит-(Ce) прозрачный до полупрозрачного, ярко-желтый или зеленовато-желтый, со стекляннным блеском. Он врастает в бесцветный крупноблоковый натролит, ассоциируя с беловитом-(La), гейдоннеитом, эгирином, микроклином, сфалеритом, ненадквичитом, поликомпонентными псевдоморфозами по вуоннемиуту и др. Из других проявлений беловита-(Ce) на месторождении отметим пегматитовое тело на том же гор. +252 м, где этот минерал в виде мелких кристалликов и зерен ассоциирует с микроклином, натролитом, эгирином, нордитом-(La), мурманитом, сфалеритом и др. Беловит-(Ce) образует непрерывный изоморфный ряд с беловитом-(La).

**Беловит-(La) Sr<sub>3</sub>Na(La,Ce)(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(F,OH)** (фото 99) описан нами как новый минерал из двух пегматитовых тел в Хибинах. Голотипный материал (табл.28, №7) происходит из «Беловитового». Здесь этот минерал, как и визуально неотличимый от него беловит-(Ce) (см.), дает хорошо образованные прозрачные зеленовато-желтые до ярко-желтых призматические кристаллы, вросшие в бесцветный натролит. Они достигают 3 см в длину и 7 мм в толщину. Нередки изометричные индивиды. На кристаллах беловита-(La) (тригональная симметрия, класс -3) установлены грани гексагональных призм {100} и {110}, пинакоида {001} и ромбоэдров {101}, {10-1}, {111} и {11-1}. Как правило, грани положительных и отрицательных ромбоэдров развиты неодинаково. Обычны и более простые кристаллы, образованные только гранями {100} и {001} (Пеков и др., 1996).



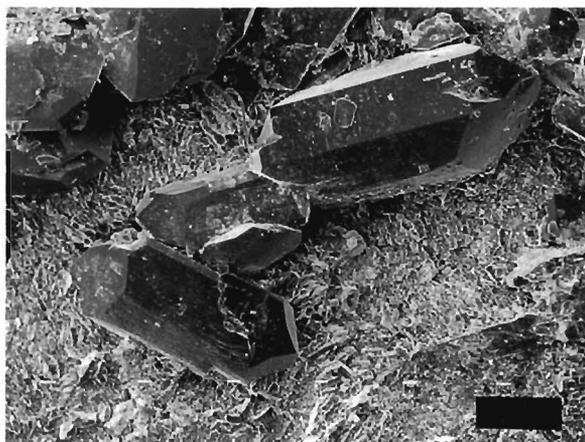
Кристаллы **беловита-(Ce)** (а) и **беловита-(La)** (b–с). «Беловитовое».

**Накафит**  $\text{Na}_2\text{CaPO}_4\text{F}$  в виде белых тонкозернистых агрегатов развивается по фторапатиту в пегматитах «рас-вумчоррского типа». Здесь встречаются как каймы накафита мощностью до 1 мм вокруг призмочек апатита, так и полные псевдоморфозы по ним (до 5 мм), находящиеся среди нефелина и ортоклаза в тесной ассоциации с ваденитом, канаситом, джерфишеритом, дельхайелитом и др.

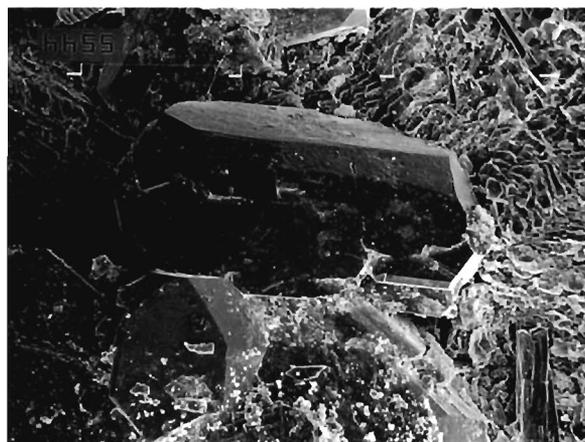
**Брэдлиит**  $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)$ , представленной марганцовисто-железистой разновидностью (табл.28, №8), переходной по составу к бонштедтиту, образует мелкие уплощенные бесцветные выделения в ультраагпаитовом пегматите с содовой минерализацией (Хомяков, 1990). Находка брэдлиита на Кукисвумчоррском месторождении является первой за пределами формации Грин Ривер в Вайоминге, США.

**Сидоренкит**  $\text{Na}_3\text{Mn}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)$  встречен в нескольких ультраагпаитовых пегматитах с карбонатами натрия, вскрытых выработками гор. +252 м, главным образом, в Содовом кварцшлагге. Он кристаллизовался на стенках полостей, свободное пространство которых впоследствии заполнилось термонатритом и натроном. Сидоренкит образует призматические и таблитчатые кристаллы до 1.5 мм и их группы, нарастающие на полевой шпат, анальцим, эгирин и ассоциирующие с шортитом, пирссонитом, виллиомитом, тулиокитом, троной и др. Минерал прозрачный, бледно-розовый, но во влажной атмосфере быстро покрывается бурой пленкой оксидов марганца (Хомяков, 1990; Яковенчук и др., 1999). Кристаллы (моноклинная симметрия, класс  $2/m$ ) кукисвумчоррского сидоренкита имеют псевдоромбический габитус, обычно вытянуты вдоль  $[010]$  и иногда уплощены по  $[100]$ . Они образованы гранями  $\{100\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{10-1\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{111\}$  и  $\{11-1\}$ .

**Бонштедтит**  $\text{Na}_3\text{Fe}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)$  (фото 103) описан как новый минерал одновременно из нескольких мест в Хибинском и Ковдорском щелочных массивах. Первоначально он был найден в керне скважин, в том числе и на Кукисвумчорре (Хомяков и др., 1982а). На Кировском подземном руднике этот минерал обнаружен одним из авторов

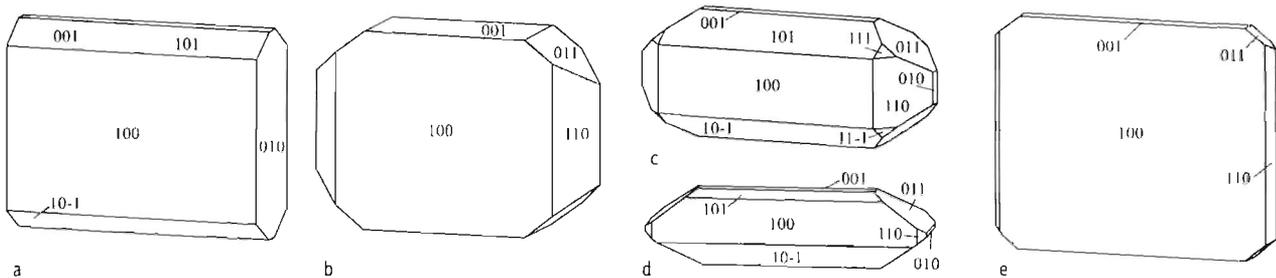


а



б

Кристаллы **сидоренкита**. Содовый кварцшлагг. РЭМ-фото: а) ув. 200 $\times$ , б) ув. 350 $\times$ .

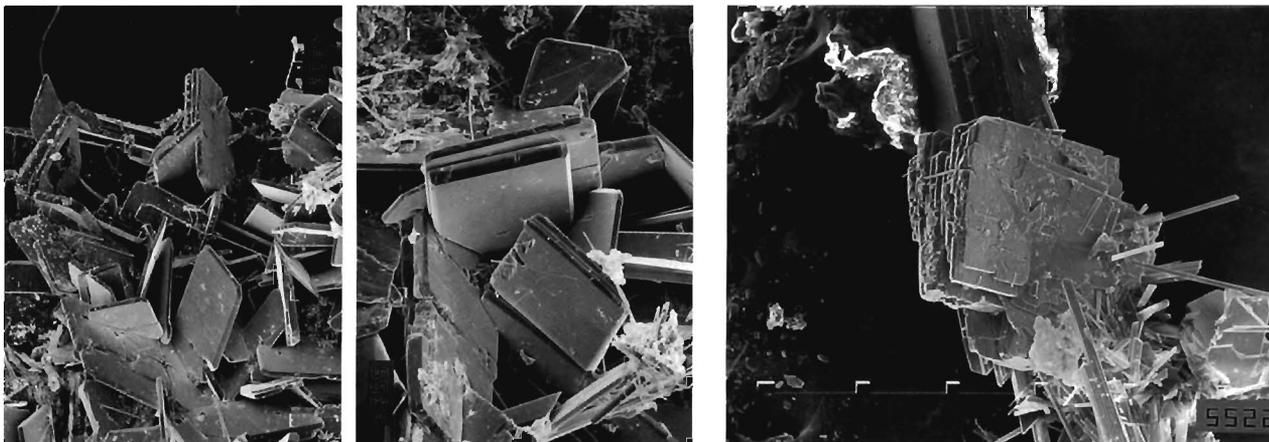


Кристаллы сидоренкита из Содового кваршлага (а-d) и бонштедита из «Нейборитового» (е)

(А.П.) в составе поздних парагенезисов ряда ультраагпаитовых пегматитов. В нескольких жилах Содового кваршлага бонштедтит образует шишковидные и округлые обособления до 1.5 см в поперечнике, сложенные агрегатами тесно сросшихся прозрачных серовато-зеленоватых листочков до 0.5 мм с перламутровым блеском. Они врастают в периферические зоны кристаллов белого анальцита и нарастают на эти кристаллы, тесно ассоциируя с шортитом, виноградовитом и пирротинином. Поверхность обособлений бонштедтита в полостях обычно покрыта желтовато-коричневатой пленкой. Самые значительные скопления бонштедтита найдены в гидротермально переработанной осевой зоне «Нейборитового». Здесь встречены многочисленные сплошные гнезда этого минерала до 2–3 см в поперечнике, сложенные агрегатами прозрачных бесцветных, грязно-белых и бледных зеленовато-коричневатых чешуек и пластинок, достигающих 0.5 мм. Отдельные кристаллы бонштедтита, их корочки и сферические обособления до 7 мм в диаметре нарастают в полостях на пирсонит, эгирин и виноградовит. В ассоциации с ними находятся шортит, бербанкит, нейборит, паранатролит. Иногда в «Нейборитовом» встречаются хорошо образованные кристаллы бонштедтита в форме четырехугольных пластинок. Эти кристаллы (моноклинная симметрия, класс  $2/m$ ) уплощены по  $[100]$  и образованы гранями  $\{100\}$ ,  $\{110\}$  и  $\{001\}$ , изредка присутствуют также грани  $\{011\}$ . Отмечаются параллельные сростки по  $\{100\}$  и расщепленные кристаллы. В этом пегматите бонштедтит представлен высокомарганцовистой разновидностью (табл. 28, №13) с  $Fe:Mn \approx 1.36$ .

## Арсенаты

**Эритрин**  $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$  найден одним из авторов (А.П.) в натролитовой прожилке мощностью 2 см, секущем уртиты гор. +252 м. Этот минерал является продуктом гипергенного изменения сафлорита и вместе с церусситом приурочен к трещинам и кавернам в галенит-сафлоритовом гнезде, имеющем 3 см в поперечнике. Эритрин образует бледно-розовые порошковатые выцветы и щеточки ярких малиново-красных уплощенно-призматических



Кристаллы бонштедтита. «Нейборитовое». РЭМ-фото: а) ув. 350°, б) ув. 750°, в) расщепленный кристалл на эгирине — ув. 200°.

кристаллов с острыми клиновидными головками, достигающих в длину 0.5 мм. Его химический состав (мас. %): CoO 32.11, NiO 2.03, FeO 0.48, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 32.74, сумма 67.36 (Яковенчук и др., 1999).

## Сульфаты

**Барит BaSO<sub>4</sub>** (фото 101)— характерный минерал позднегидротермальных ассоциаций Кукисвумчоррского месторождения, впервые отмеченный здесь М.Н.Соколовой (1965). Он встречается во многих пегматитах в тесной ассоциации с натролитом, кальцитом, редкоземельными карбонатами и др. По данным В.Н.Яковенчука с соавторами (1999), хорошо образованные кристаллы барита на Кировском руднике достигают 6 x 2 см. Обычно они имеют призматическую или таблитчатую форму с четко развитыми головками. Встречаются скелетные и расщепленные, в том числе блоково-мозаичные кристаллы, сложные сростки. Минерал прозрачный или полупрозрачный, чаще всего окрашен в разные оттенки желтого, коричневого или серого цветов, но попадаются и ярко-оранжевые, голубоватые, белые и бесцветные разновидности. Обычно состав кукисвумчоррского барита близок к идельному (табл.29, №№1–3), лишь в «Илеритовом» встречена высокостронциевая разновидность (табл.29, №4) с Ba:Sr ≈ 1.25.

**Ярозит KFe<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>** установлен нами в полостях «Илеритового». Желтые порошковатые скопления (до 3–4 мм) этого минерала покрывают поверхность агрегатов пирита, продуктом окисления которого ярозит (табл.29, №5) здесь и является.

**Таумасит Ca<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>12</sub>·24H<sub>2</sub>O** в виде мономинерального гнезда, имеющего около 30 см в поперечнике, обнаружен в небольшом пегматите (Хомяков, 1990). В ядре этого пегматитового тела, получившего название «Таумаситовое», наблюдается полость размерами 40 x 15 см, на стенки которой нарастают кристаллы микроклина, натролита, фторапофиллита, барита. Почти все свободное пространство полости заполнено вязкими мягкими волокнистыми агрегатами снежно-белого таумасита (табл.29, №6), а стенки каверн в них выстланы «пушистыми» щетками волосовидных кристаллов этого минерала. Также таумасит найден нами в одном из прожилков поздних высококальциевых гидротермалитов, вскрытых выработкой гор. +252 м. Стенки полостей здесь инкрустированы щетками кальцита, натролита и томсонита-Са, на которые нарастают пучки снежно-белых волокон таумасита (табл.29, №7) длиной до 0.5 мм, обладающих сильным шелковистым блеском.

Таблица 29. Химический состав (мас. %) барита (1–4), ярозита (5) и таумасита (6–7)

	1	2	3	4	5	6	7
Na <sub>2</sub> O				нпо	2.57	0.17	нпо
K <sub>2</sub> O				нпо	5.69	0.02	нпо
CaO	0.30			1.41	нпо	28.60	27.33
SrO	0.40	0.44	0.07	21.06	0.16	0.01	нпо
BaO	64.70	65.68	65.57	38.99	нпо		нпо
MgO				нпо	0.05	0.45	нпо
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				нпо	46.90	0.10	нпо
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				нпо	нпо	0.60	0.96
SiO <sub>2</sub>				нпо	нпо	9.65	8.97
SO <sub>3</sub>	35.25	34.55	34.39	37.63	33.50	13.22	13.07
<b>Сумма</b>	<b>100.65</b>	<b>100.67</b>	<b>100.03</b>	<b>99.03</b>	<b>89.39*</b>	<b>102.26*</b>	<b>50.34</b>

ПРИМЕЧАНИЕ: \* — в сумму анализа входят также (мас. %): 5— CuO 0.40, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.12; 6 — CO<sub>2</sub> 7.12, H<sub>2</sub>O 41.98, F 0.59, —O=F<sub>2</sub> —0.25.

Источники: 1 — Костылева-Лабунцова и др., 1978b; 6 — Хомяков, 1990; 2, 3 — Яковенчук и др., 1999; 4, 5, 7 — данные настоящей работы. 4–5 — «Илеритовое»; 6 — «Таумаситовое»



Волокнистые кристаллы таумасита на кальците. РЭМ-фото. Ув. 1500\*

# ВЫДАЮЩИЕСЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ, СДЕЛАННЫЕ НА КУКИСВУМЧОРРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

## I. Значимые в мировом масштабе находки минералов на Кукисвумчоррском месторождении

Здесь собраны сведения в основном о кристаллах (индивидах), замечательных своими крупными размерами и совершенной огранкой, и минералогических образцах выдающегося качества. В первую очередь этот объект знаменит прекрасными штуфами целого ряда редких минералов.

**Амичит** – вторая находка и *лучшие в мире образцы*: прекрасно ограненные кристаллы до 8 мм, их двойники, сростки и шетки в полостях.

**Анкерит** – ромбоэдрические кристаллы до 2 мм и их шетки в полостях.

**Баритокальцит** – хорошо образованные уплощенно-призматические и таблитчатые ярко-желтые прозрачные кристаллы до 6 см и их сростки в полостях: *одни из лучших в мире образцов*.

**Беловит-(Ce)** – хорошо образованные кристаллы до 5.5 x 1 см: *одни из лучших в мире образцов*.

**Беловит-(La)** – хорошо ограненные кристаллы до 3 x 0.7 см: *лучшие в мире образцы*.

**Бербанкит** – хорошо ограненные кристаллы до 1.5 см.

**Бонштедтит** – хорошо образованные пластинчатые кристаллы до 0.5 мм, их сростки до 8 мм, сплошные гнезда до 3 см: *лучшие в мире образцы*.

**Буссенит** – эндемик Кукисвумчорра: пластинки до 5 мм и их агрегаты.

**Виллиомит** – водяно-прозрачные розовые и оранжевые хорошо образованные кубооктаэдрические кристаллы до 1.5 см и их шетки в полостях: *видимо, лучшие в мире образцы*; также сплошные ярко- и темно-красные гнезда до 0.5 м в поперечнике.

**Виноградовит** – хорошо ограненные кристаллы до 1.5 см в длину и их шетки.

**Гётценит** – мономинеральные прожилки мощностью до нескольких сантиметров, сложенные агрегатами розовых иголок.

**Гоббинсит** – кристаллы до 7 мм в полостях.

**Делиндеит** – хорошо образованные кристаллы до 0.6 мм и их сростки в полостях.

**Дельхайелит** – грубопризматические кристаллы длиной до 8 см и их скопления до 30 см.

**Джерфшерит** – мономинеральные обособления до 1 см; совместные с пирротинном гнезда до 10–12 см; кубооктаэдрические кристаллы до 1 мм в полостях.

**Доннейит** – совершенные пирамидальные кристаллы до 3 мм; грубые кристаллы до 8 мм; сплошные шетки площадью до 2 x 1 см в полостях.

**Изолуешит** – эндемик Кукисвумчорра: хорошо образованные кристаллы до 0.3 мм.

**Илерит** – хорошо ограненные кристаллы до 6 мм и их сростки в полостях.

**Калиферсит** – эндемик Кукисвумчорра: мономинеральные гнезда до 1 см.

**Кальборсит** – прекрасно ограненные кристаллы до 2 x 1.5 мм и их сростки в полостях: *лучшие в мире образцы*.

**Кальциоанкилит-(Ce)** – расщепленные кристаллы до 3 x 1 мм в полостях.

**Канасит** – жила мощностью до 30 см, главным образом сложенная зеленым досчатый канаситом: *лучшие в мире образцы*.

**Канкрисилит** – хорошо образованные кристаллы до 5 см.

**Карбоцернаит** – хорошо образованные кристаллы до 3 мм, их двойники и сростки в полостях.

**Кафетит** – сферолиты и розетки диаметром до 1 мм и их гроздья.

**Комаровит** – вторая находка в мире: совместные с ненадквечитом псевдоморфозы по кристаллам вуоннемита до 7 см.

**Кукисвумит** – эндемик Кукисвумчорра: игольчатые кристаллы длиной до 7 мм и их сростки в полостях.

**Кухаренкоит-(La)** – эндемик Кукисвумчорра: двойниковые сростки до 2 x 2 мм в полостях.

**Лабунцовит-Fe** – густо-красные прозрачные хорошо образованные кристаллы до 5 мм длиной: *видимо, лучшие в мире образцы*; обширные шетки мелких красных кристаллов в полостях.

**Лабунцовит-Mg** – хорошо ограненные прозрачные ярко-красные кристаллы до 5 x 2 x 1.5 мм в полостях.

**Леммлейнит-Ва** – оранжевые и полихромные хорошо образованные призматические кристаллы до 20 г 4 г 2 мм, собранные в веерообразные сростки: *лучшие в мире образцы*.

**Магнезиоарфведсонит** – совершенные кристаллы до 8 x 1 см.

**Магнезиоастрофиллит** – сплошные гнезда до 20 см.

**Макинавит** – прекрасно ограненные кристаллы до 3 мм и их сростки в полостях.

**Маккельвинит** – хорошо ограненные кристаллы до 4 x 1.8 x 1.6 см и щетки ярко-желтых расщепленных кристаллов длиной до 4 см в полостях: *видимо, лучшие в мире образцы*.

**Манганокукисвумит** – вторая в мире находка: сферолиты и розетки диаметром до 0.7 мм.

**Мерлиноит** – щетки хорошо образованных кристаллов до 1.5 мм в полостях.

**Монголит** – вторая находка в мире: массивные выделения до 2 см.

**Мурманит** – сростки-«розы» до 8 см в полостях.

**Мурунскит** – вторая находка в мире и крупнейшие выделения (до 3 мм).

**На-комаровит** – вторая находка и *лучшие в мире образцы*: псевдоморфозы по кристаллам вуоннемита до 16 x 4 см и их сростки до 25 x 12 см.

**Набафит** – хорошо ограненные кристаллы до 4 мм и их группы в полостях: *лучшие в мире образцы*.

**Нарсарсукиит** – волокнистые скопления и призматические кристаллы ярко-розового до клубничного цвета и их радиальные сростки до 3 см в диаметре.

**Натроксалат** – единственный водяно-прозрачный кристалл размерами 5 x 1.3 x 1 см в полости: *лучший в мире образец*.

**Натролит** – великолепные кристаллы до 10 x 3 x 3 см и их сростки; грубые кристаллы до 35 x 15 x 15 см.

**Натрон** – кристаллы до 5 см в полостях.

**Нафертисит** – волокнистые скопления до 1.5 см.

**Нейборит** – водяно-прозрачные кристаллы до 1 мм и псевдоморфозы по биотиту до 2–3 см.

**Ненаджевичит** – хорошо ограненные кристаллы до 5 x 2.5 мм, их сростки и щетки в полостях.

**Нескевараит-Fe** – хорошо образованные кристаллы до 18 x 4 x 1 мм в полостях: *лучшие в мире образцы*.

**Нефелин** – хорошо образованные кристаллы до 5 см.

**Нордит-(La)** – вторая находка в мире: кристаллы до 1.5 см и их радиальные сростки до 3.5 см в диаметре.

**Паранатролит** – сростки игольчатых кристаллов длиной до 1 см, «пушистые» щетки и сферолиты.

**Пектолит** – хорошо образованные кристаллы длиной до 4 см; радиальные сростки-«звезды» до 5 см в диаметре.

**Пирофанит** – совершенные кристаллы до 2 мм и их сростки до 6 мм в полостях.

**Пирссонит** – превосходные сложноограненные кристаллы до 4 см в полостях.

**Пятенкоит-(Y)** – вторая находка и крупнейшие в мире кристаллы (до 1.5 мм), хорошо образованные.

**Расвумит** – хорошо образованные кристаллы до 25 x 5 x 3 мм: *лучшие в мире образцы*.

**Селадонит** – сростки и щеточки (до 5 мм) мелких кристалликов в полостях.

**Сидоренкиит** – хорошо образованные кристаллы до 1.5 мм в полостях.

**Ситинакиит** – хорошо образованные кристаллы до 2 мм и их сростки до 4 мм в полостях.

**Содалит** – четкие кристаллы до 20 см, иногда замещенные натролитом и/или ортоклазом.

**Тоберморит** – снежно-белые сферолиты до 4 мм в диаметре.

**Трона** – хорошо ограненные кристаллы длиной до 2.5 см.

**Тулюokit** – эндемик Кукисвумчорра: хорошо ограненные кристаллы до 5 мм в полостях.

**Фенаксит** – розовые прозрачные монокристалльные зерна до 6 см.

**Ферсманит** – хорошо ограненные кристаллы до 3.5 см.

**Флогопит** – сферокристаллы типа «барботова глаза» до 7 см в диаметре.

**Цеофиллит** – расщепленные кристаллы до 1 мм и их корочки в полостях.

**Цепинит-Na** – хорошо ограненные кристаллы до 1 см длиной: *одни из лучших в мире образцов*.

**Цирсианалит** – псевдоморфозы по эвдиалиту до 10 см в поперечнике.

**Широкшинит** – эндемик Кукисвумчорра: призматические кристаллы до 2.5 x 1.5 мм и их сростки в полостях.

**Шортит** – желто-зеленые зерна до 7 см и совершенные кристаллы до 1 см.

**Эвальдит** – хорошо образованные кристаллы до 8 x 8 мм и их сростки в полостях: *одни из лучших в мире образцов*.

**Эвдиалит** – совершенные сложноограненные кристаллы до 7 см и их сростки: *одни из лучших в мире образцов*.

## II. Минеральные виды, впервые открытые на Кукисвумчоррском месторождении, первые для России находки и минералы, известные в пределах Хибинского массива только здесь

Звездочкой отмечены минералы, впервые для месторождения установленные в материале, собранном А.С.Подлесным. Полужирным шрифтом выделены минералы, впервые для месторождения описанные авторами или с их участием.

### МИНЕРАЛЫ, ВПЕРВЫЕ ОТКРЫТЫЕ НА КУКИСВУМЧОРРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ – 19 видов

<i>Год первого описания</i>	<i>Минерал</i>	<i>Авторы</i>
1959	Магнезиоастрофиллит	Е.И.Семенов
1965	Баритолампрофиллит	Ч.Пэн, Ч.Чанг
1970	Расвумит	М.Н.Соколова, М.Г.Добровольская, Н.И.Органова <i>и др.</i>
1982	Бонштедтит	А.П.Хомяков, В.Б.Александров, Н.И. Краснова <i>и др.</i>
1990	Тулиокит*	В.Н.Яковенчук, Я.А.Пахомовский, А.В.Волошин <i>и др.</i>
1991	Кукисвумит*	В.Н.Яковенчук, Я.А.Пахомовский, А.Н.Богданова
1992	Ситинакит*	Ю.П.Меньшиков, Е.В.Соколова, Ю. Егоров-Тисменко <i>и др.</i>
1995	Нафертисит	А.П.Хомяков, Дж.Феррарис, Г.Ивальди <i>и др.</i>
1996	Кухаренкоит-(Ce)*	А.Н.Зайцев, В.Н.Яковенчук, Г.Я.Чао <i>и др.</i>
1996	<b>Беловит-(La)*</b>	И.В.Пеков, И.М. Куликова, Ю.К.Кабалов <i>и др.</i>
1997	Изолуешит	А.Р.Шахмурадян, В.Н.Яковенчук, Р.Х.Митчелл, А.Н.Богданова
1998	Калиферсит	Дж.Феррарис, А.П.Хомяков, Е.Беллузо, С.В.Соболева
2001	Лабунцовит-Fe*	А.П.Хомяков, Г.Н.Нечелюстов, Дж.Феррарис <i>и др.</i>
2001	Буссенит	А.П.Хомяков, Ю.П.Меньшиков, Г.Н.Нечелюстов, Х.Жу
2001	<b>Леммлейнит-Ва*</b>	Н.В.Чуканов, И.В.Пеков, Р.К.Расцветаева <i>и др.</i>
2003	<b>Кухаренкоит-(La)*</b>	И.В.Пеков, Н.В.Чуканов, Н.Н. Кононкова <i>и др.</i>
2003	<b>Широкшинит*</b>	И.В.Пеков, Н.В.Чуканов, Дж.Феррарис <i>и др.</i>
2003	<b>Цепинит-K*</b>	Н.В.Чуканов, И.В.Пеков, А.Е.Задов <i>и др.</i>
2003	<b>Нескеварит-Fe*</b>	Н.В.Чуканов, В.В.Субботин, И.В.Пеков <i>и др.</i>

### ПЕРВЫЕ НАХОДКИ МИНЕРАЛОВ В РОССИИ (СССР), СДЕЛАННЫЕ НА КУКИСВУМЧОРРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ – 11 видов (с указанием года первого описания)

1960 – вадсит; 1970 – калиевый фторрихтерит; 1981 – пирссонит; 1982 – амичит\*; 1984 – доннейит\*; 1986 – паранатролит; 1990 – брэдлийит, маккельвинит\*, Na-комаровит; 1999 – монголит; 2004 – **манганокукисвумит\***.

### МИНЕРАЛЫ, ИЗВЕСТНЫЕ В ХИБИНСКОМ МАССИВЕ ТОЛЬКО НА КУКИСВУМЧОРРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ – 39 видов

**Амезит\***, амичит\*, брэдлийит, буссенит, власовит, глет, **гоббинсит\***, доннейит\*, **илерит\***, калиевый фторрихтерит, калиферсит, **кальциоанкит-(Ce)\***, карбонат-гидроксилпатит, ковеллин, **комаровит\***, кукисвумит\*, **кухаренкоит-(La)\***, **литвинскит\***, макатит, **манганокукисвумит\***, монголит, мурунскит, Na-комаровит, **настрофит\***, натроксалат\*, нафертисит, ненадкевичит, **нептунит\***, пентландит, пирссонит, **пятенкоит-(Y)\***, сапонит, свинец, **стисиит\***, тулиокит\*, **франконит\***, шабазит-Na, **широкшинит\***, эритрин\*.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЗДНЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

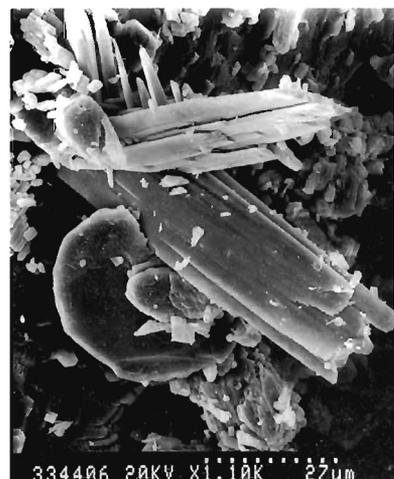
**П**о набору ранних минералов пегматиты Кукисвумчорра не отличаются от подобных образований в других частях Хибинского массива, а вот поздние ассоциации на месторождении весьма специфичны. Минеральное разнообразие в гидротермалитах резко возрастает по сравнению с собственно пегматитами. Подавляющее большинство минералов, которыми знаменит Кировский рудник, относится именно к гидротермальным или позднепегматитовым ассоциациям.

Важнейшая черта пегматитово-гидротермального комплекса Кукисвумчоррского месторождения — обилие открытых минерализованных полостей объемом до нескольких кубических метров, что нехарактерно для других районов Хибин. Эта особенность, вероятно, связана с тем, что наши объекты находятся непосредственно в активной тектонической зоне крупного Кукисвумчоррского разлома. Кристаллизация в полостях из водных растворов при относительно низких температурах (в основном  $<200\text{--}250^\circ\text{C}$ ) способствовала глубокой дифференциации компонентов и, следовательно, максимальной реализации сродства каждого минерала к тем или иным химическим элементам, определяемого индивидуальными особенностями его кристаллической структуры. Здесь наиболее эффективно протекают процессы разделения близких по свойствам компонентов между одновременно и/или последовательно кристаллизующимися минералами.

Ассоциирующие минералы нередко содержат одни и те же наборы элементов, но различаются в структурном отношении. Распределение компонентов между такими минералами строго закономерно. Так, цеолиты, относящиеся к разным структурным типам, могут иметь одинаковый состав видообразующих элементов, но четко отличаются по соотношениям примесных щелочных и щелочноземельных катионов: филлипсит концентрирует Ba, гейландит — Sr, и др. (Турчкова и др., 2000а). Минералы группы лабунцовита в зависимости от структурного типа обладают не только высокой степенью избирательности в отношении крупных катионов (Ca, Sr, Ba, Na, K), но и сильно разнятся между собой по величине Nb/Ti-отношения (Чуканов и др., 2003б). Наконец, самый яркий пример — это минералы редкоземельных элементов. На месторождении установлено 9 редкоземельных минералов с преобладанием в спектре REE церия, 5 — лантана, 4 — иттрия и 1 — неодима. Часто фазы с резко различными соотношениями REE тесно ассоциируют друг с другом: например, в полостях «Илеритового» установлено 8 (!) редкоземельных карбонатов, каждый из которых характеризуется индивидуальными особенностями состава REE. Основной фактор, определяющий сродство минерала к тем или иным редкоземельным элементам — объем координационных полиэдров атомов REE в структуре. Минералы с самыми высокими координационными числами REE и, соответственно, максимальными объемами полиэдров (члены группы бербанкита, кухаренкоит) наиболее благоприятны для вхождения лантана — крупнейшего из  $\text{REE}^{3+}$ , а при снижении этой величины растет сродство к более тяжелым лантаноидам и иттрию, обладающим меньшими ионными радиусами (Пеков, 1998б; Пеков и др., 1996, 2003а).

В поздних ассоциациях месторождения широко развита карбонатная минерализация. Здесь известно 33 представителя класса карбонатов, а содовые минералы, пирссонит, кальцит образуют крупные скопления. Наиболее вероятно, что углекислота имеет глубинное происхождение, а ее проводником послужил Кукисвумчоррский разлом (это сближает поздние карбонатно-силикатные образования нашего объекта в генетическом отношении с истинными карбонатитами). Появление содовой минерализации в приразломной зоне связывается рядом исследователей с выносом натрия из магматогенных щелочных силикатов, которые разрушаются за счет энергии разгрузки тектонических напряжений, связанных со «всплыванием» Хибинской интрузии (Иванюк и др., 1996). Возможно, таков же источник и других подвижных компонентов гидротермалитов, в первую очередь фтора.

См. цв. фото 104–107



Срастание уплощенно-призматических кристаллов кухаренкоита-(La) с дисковидным кристаллом Nd-эвальдита. РЭМ-фото. Ув. 600 $\times$ .

Обращает на себя внимание сходство карбонатно-силикатных тел Кукисвумчорра по минеральному набору с хорошо известными пегматитово-гидротермальными образованиями щелочного массива Сент-Илер в Квебеке (Horvath, Pfenninger-Horvath, 2000). Однако, образцы из этих двух объектов обладают целым рядом индивидуальных черт и легко различаются визуально.

Поздняя минерализация Кукисвумчорра имеет ярко выраженную калиевую специфику. На месторождении известно 44 собственных минерала этого элемента. Большие количества калия высвобождаются при содалитизации и натролитизации породообразующего нефелина. Щелочность после достижения на ультраагпаитовом пегматитовом этапе главного максимума (Хомяков, 1990), который обеспечивается сверхвысокой активностью натрия, постепенно снижается, проходя при этом второй максимум — калиевый (Пеков, 2001). Об этом ярко свидетельствуют примеры замещения натриевых минералов калиевыми и натрий-калиевыми: (эвдиалит) → (вадеит, К-гейдоннеит, умбит); (вуоннемит, ломоносвит, ферсманит) → (Na, К-члены группы лабунцовита); (содалит → (ортоклаз), и др. Для гидротермальных ассоциаций характерны слюды, калиевые сульфиды и цеолиты, апофиллит, манганнептунит, ситинакит.

На самых поздних гидротермальных стадиях формируются низкощелочные парагенезисы, содержащие уже безнатриевые карбонаты, флюорит, барит, гидроксиды алюминия, анатаз, кварц, кафетит и др.

Активность кремнезема в гидротермальном процессе со временем растет. Об этом говорит смена низкокремнистых минералов более высококремнистыми (например, вуоннемит, ломоносвит и ферсманит замещаются членами группы лабунцовита), появление эльпидита, нарсарсукита, кварца и др. Лишь на самых поздних стадиях активность SiO<sub>2</sub> вновь снижается, и тогда относительно высококремнистые Ti, Nb-силикаты замещаются оксидо-силикатами (комаровит, монголит, ситинакит), пирохлором, появляются оксиды и гидроксиды Al, Fe, Ti.

Важнейший фактор, способствующий резкому расширению минерального разнообразия в гидротермалитах — снижение с падением температуры изоморфной емкости породообразующих минералов в отношении примесных компонентов. Благодаря этому становится возможным накопление редких элементов до таких концентраций, когда они могут уже образовывать собственные фазы. Только на поздних стадиях появляются минералы лития (Li-слюды, нептуниты), бериллия (эпидидимит, эвдидимит, лейкофан, лейфит), бора (кальборсит), ниобия (ниобосиликаты, пирохлор и др.), тогда как в высокотемпературных образованиях эти элементы полностью рассеяны в широко распространенных минералах алюминия (Be, B, Li), магния (Li), титана (Nb). При низких температурах существенно понижаются пределы вхождения примесей Sr, REE, Th в кальциевые минералы — апатит, титанит, ринкит. Во многом благодаря этому на Кукисвумчоррском месторождении развита стронциевая (11 видов), редкоземельная (18 видов) и ториевая (3 вида) минерализация. Близкая картина наблюдается и для бария, который на магматическом этапе рассеян в основном в калиевых полевых шпатах, а в гидротермалитах накапливается и благодаря своему очень большому ионному радиусу легко обособливается, формируя собственные фазы (Пеков и др., 2000с). На месторождении известно 14 (!) бариевых минералов.

С понижением температуры происходит и смена безводных соединений водными, часто с сохранением катионного набора раннего минерала. Типичные примеры: цеолитизация (в первую очередь натролитизация) фельдшпатоидов, замещение цирсиалита ловозеритом, обрастание шортита пирссонитом.

В формировании минерального разнообразия в пегматитах и особенно в гидротермалитах очень велика роль локальных геохимических обстановок. Нередко в соседних полостях одного тела наблюдаются резко различные ассоциации. Поздние минералы того или иного элемента часто возникают на месте или в непосредственной близости от его источника — разлагающегося раннего минерала. Так, находки цинковых силикатов — кукисвумита и гемиморфита сделаны только рядом со скоплениями сфалерита, растворяющегося при повышении окислительного потенциала среды (Пеков, 2002). Большая часть поздних Zr-силикатов развивается непосредственно по эвдиалиту, а Nb-силикатов — по вуоннемику или ферсманиту. Анкилит замещает бербанкит, используя Sr и REE, входившие в его состав. Источником Ca для кальциоанкилита служит растворяющийся рядом флюорит, а кафетит заимствует Ti из лоренценита. Таких примеров можно привести множество. Иногда новообразованные минералы наследуют не только главные компоненты, но и основу структурного мотива своего предшественника. Таковы мурманит, развивающийся по ломоносовиту, комаровит — по Na-комаровиту, ловозерит — по цирсиалиту, гоннардит — по паранатролиту. В ряде случаев зарождение кристаллов облегчается «поддержкой родственников» — при эпитаксическом нарастании одних минералов на другие, имеющие аналогичную или в чем-то родственную структуру: доннейита — на маккельвиит и наоборот, тайниолита и полилитионита — на флогопит, вуориярвита — на ненадкевичит, ненадкевичита и цепинита — на эльпидит, виноградовита — на лоренценит, и т.д.

Таков далеко не полный перечень геохимических и генетических особенностей пегматитово-гидротермального комплекса Кукисвумчоррского месторождения, обуславливающих его минеральное разнообразие и яркую индивидуальность.

## ■ ЛИТЕРАТУРА

- Азарова Ю.В., Пеков И.В., Чуканов Н.В., Задов А.Е. (2002) Продукты и процессы изменения вуоннемита при низкотемпературном преобразовании ультраапатитовых пегматитов // ЗВМО, **131**, 5, 112–121.
- Антонов А.А. (2003) Минералогия родингитов Баженовского гипербазитового массива. СПб., Наука, 127 с.
- Антонов Л.Б. (1934) Апатитовые месторождения Хибинской тундры // Хибинские апатиты, **7**, 1–196.
- Антонов Л.Б. (1951) Отчет к подсчету запасов Кукисвумчоррского апатито-нефелинового месторождения на 1/1 1951 г. Рукопись. Комбинат «Апатит».
- Балабонин Н.Л., Волошин А.В., Пахомовский Я.А., Поляков К.И. (1980) Состав джерфишерита из щелочных комплексов Кольского полуострова // Мин. журн., **2**, 1, 90–99.
- Балаганская Е.Г., Савченко Е.Э. (1998) Перовскит в породах ийолит-уртитовой дуги Хибинского массива // ЗВМО, **127**, 1, 69–80.
- Беловицкая Ю.В. (2002) Минералогия и особенности кристаллохимии карбонатов семейств бербанкита и анкилита. Дисс. к.г.-м.н. Москва, МГУ, 177 с.
- Беловицкая Ю.В., Пеков И.В., Кабалов Ю.К. (2000а) Уточнение кристаллических структур низкорядкоземельного и «типичного» бербанкитов методом Ритвельда // Кристаллография, **45**, 1, 32–35.
- Беловицкая Ю.В., Пеков И.В., Кононова Н.Н. (2000б) Химический состав анкилитов Хибинского щелочного массива (Кольский полуостров). Тез. докл. // Матер. XIX Всероссийского семинара «Геохимия магматических пород». М., 24–25.
- Бонштетт Э.М., Борнеман-Старынкевич И.Д., Влодавец В.И., Воробьева О.А., Герасимовский В.И., Гуткова Н.Н., Каган Б.И., Костылева Е.Е., Куплетский Б.М., Лабунцов А.Н., Ферсман А.Е., Чирвинский П.Н. (1937) Минералы Хибинских и Ловозерских тундр. М.-Л., 563 с.
- Боруцкий Б.Е. (1988) Породообразующие минералы высокощелочных комплексов. М., Наука, 212 с.
- Боруцкий Б.Е., Шлюкова З.В., Соколова М.Н., Рудницкая Е.С., Ломейко Е.И., Царева Л.П., Бурова Т.А. (1971) О постоянстве химического состава некоторых хибинских титаносиликатов (энигматит, рамзаит) // Методы химического анализа и состав минералов. М., Наука, 39–58.
- Боруцкий Б.Е., Целин А.И., Власова Е.В. (1976) Новые данные о хибинском кальсилите // Тр. ММ, **25**, 130–133.
- Вировлянский Г.М., Благодетелева Ю.Н., Онохин Ф.М., Карташов Н.Г. (1965) Главнейшие черты структуры Хибинских апатитовых месторождений и их поисковое значение // Хибинские апатитовые месторождения. М., Недра, 5–125.
- Владыкин Н.В., Дриц В.А., Коваленко В.И., Дорфман М.Д., Малов В.С., Горшков А.И. (1985) Новый силикат ниобия — монголит  $\text{Ca}_4\text{Nb}_6[\text{Si}_5\text{O}_{20}]\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  // ЗВМО, **114**, 3, 374–377.
- Влодавец В.И. (1930) Общая характеристика апатитовой дуги // Хибинские апатиты. Л., 38–47.
- Волошин А.В., Субботин В.В., Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Меньшиков Ю.П., Зайцев А.Н. (1990) Маккельвиит из карбонатитов и гидротермалитов Кольского полуострова (первые находки в СССР) // ЗВМО, **119**, 6, 76–86.
- Волошин А.В., Субботин В.В., Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Меньшиков Ю.П., Надежина Т.Н., Пушаровский Д.Ю. (1992) Новые данные об эвальдите // ЗВМО, **121**, 1, 56–66.
- Галахов А.В. (1975) Петрология Хибинского щелочного массива. Л., 256 с.
- Гуткова Н.Н. (1923) Апатиты Хибинских тундр (в сб. Хибинский массив) // Тр. Северной Научно-промысловой экспедиции. **16**, 50–51.
- Дорфман М.Д. (1962) Минералогия пегматитов и зон выветривания в ийолит-уртитях горы Юкспор Хибинского массива. М.-Л., 168 с.
- Дорфман М.Д. (1972) О современных процессах выветривания пород Хибинского щелочного массива // ДАН, **205**, 4, 948–951.
- Дорфман М.Д., Чирагов М.И. (1979) Гидродельхайелит — продукт гипергенного изменения дельхайелита // Тр.ММ, **28**, 172–175.
- Дорфман М.Д., Рогачев Д.Л., Горощенко З.И., Успенская Е.И. (1959) Канасит — новый минерал // Тр.ММ, **9**, 158–166.
- Дорфман М.Д., Пилоян Г.О., Онохин Ф.М. (1969) О десятиводном карбонате натрия — соде в Хибинском щелочном массиве // Тр. ММ, **19**, 159–164.
- Дорфман М.Д., Раменская М.Е., Галиулин Р.В. (1993) Секториальный кальцит из Хибинского массива нефелиновых сиенитов // ЗВМО, **122**, 6, 61–64.
- Дудкин О.Б. (1968) К характеристике титаномagnetита щелочных пород Хибинского массива // Матер. по минералогии Кольского полуострова, **6**, 269–275.
- Дудкин О.Б., Козырева Л.В., Померанцева Н.Г. (1964) Минералогия апатитовых месторождений Хибинских тундр. М.-Л., 235 с.
- Екименкова И.А. (2000) Изоморфизм и структурные особенности минералов группы эвдиалита и генетические черты поздней циркониевой минерализации в щелочных массивах. Дисс. к.г.-м.н. Москва, МГУ, 148 с.
- Забавникова Н.И. (1975) О химическом составе астрофиллита и изоморфных замещениях в нем // Изоморфизм в минералах. М., Наука, 199–208.
- Зак С.И., Каменев Е.А., Минаков Ф.В., Арманд А.Л., Михеичев А.С., Петерсилье И.А. (1972) Хибинский щелочной массив. Л., 175 с.
- Иванова Т.Н. (1963) Апатитовые месторождения Хибинских тундр. М., Госгеолтехиздат, 282 с.

- Иванова Т.Н., Дудкин О.Б., Козырева Л.В., Поляков К.И. (1970) Ййолит-уртиты Хибинского массива. Л., Наука, 179 с.
- Иванюк Г.Ю., Яковенчук В.Н., Горяинов П.М. (1996) Основные черты карбонатообразования в гидротермальных жилах Кукисвумчоррского месторождения // ЗВМО, 125, 3, 9–23.
- Иванюк Г.Ю., Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А. (1999) Морфология и генезис дендритов доннейита-(Y) в маккельвините-(Y) и эвальдите // ЗВМО, 128, 4, 70–76.
- Каменев Е.А. (1987) Поиски, разведка и геолого-промышленная оценка апатитовых месторождений хибинского типа. Л., Недра, 188 с.
- Каменев Е.А. (1999) Разведка доложила точно... // Хибинский вестник (газета), № 48(542).
- Капустин Ю.Л., Пудовкина З.В., Быкова А.В. (1980) Дорфманит — новый минерал // ЗВМО, 109, 2, 211–216.
- Кировский рабочий (газета) (1935) № 12.
- Когарко Л.Н., Крамм У., Блэксланд А., Грауэрт Б., Петрова Е.Н. (1981) Возраст и происхождение щелочных пород Хибинского массива (изотопия рубидия и стронция) // ДАН СССР, 260, 4, 1001–1004.
- Кондриков (1931) Апатито-нефелиновый горнохимический комбинат // Химия и хозяйство, №9, 11–15.
- Костылева Е., Бонштедт Э. (1921) Предварительный отчет минералогической экспедиции на Хибинский массив Кольского полуострова // Тр. Северной Научно-промышленной экспедиции, 10, 1–23.
- Костылева-Лабунцова Е.Е., Боруцкий Б.Е., Соколова М.Н., Шлюкова З.В., Дорфман М.Д., Дудкин О.Б., Козырева Л.В., Икорский С.В. (1978a) Минералогия Хибинского массива. Т.1. М., Наука, 228 с.
- Костылева-Лабунцова Е.Е., Боруцкий Б.Е., Соколова М.Н., Шлюкова З.В., Дорфман М.Д., Дудкин О.Б., Козырева Л.В. (1978b) Минералогия Хибинского массива. Т.2. М., Наука, 586 с.
- Кривовичев С.В., Армбрустер Т., Пеков И.В. (2003) Катионные каркасы в структурах природных фторкарбонатов бария и редкоземельных элементов: кристаллическая структура кухаренконтита-(La)  $Ba_2(La,Ce)(CO_3)_3F$  // ЗВМО, 132, 3, 66–73.
- Кривоконева Г.К., Портнов А.М., Семенов Е.И., Дубакина Л.С. (1979) Комаровит: силифицированный пирохлор // ДАН, 248, 2, 443–447.
- Курбатов С.С. (1953) Минералогия и геохимия Кукисвумчоррского апатито-нефелинового месторождения. Полный отчет за 1948–52 гг. Кировск. КолФАН, 302 с.
- Лабунцов А.Н. (1930) Поисково-разведочные работы по апатиту в Хибинских тундрах — краткая история исследования кончая 1929 г // Хибинские апатиты. Л., 28–38.
- Ловская Е.В., Задов А.Е., Чуканов Н.В., Пеков И.В. (2000) О необычном высококалийном тоберморите из Хибинского щелочного массива (Кольский полуостров). Тез. докл. // Матер. Международного симпозиума «Минералогические музеи в XXI веке», СПб., 69–70.
- Ловская Е.В., Пеков И.В., Кононкова Н.Н., Турчкова А.Г. (2002) Минералогия, геохимия и генезис поздних высококальциевых гидротермалитов Хибинского массива, Кольский полуостров // ЗВМО, 131, 2, 17–29.
- Меньшиков Ю.П., Соколова Е.В., Егоров-Тисменко Ю., Хомяков А.П., Полежаева Л.И. (1992) Ситинакит  $Na_2KTi_4Si_2O_{13}(OH) \cdot 4H_2O$  — новый минерал // ЗВМО, 121, 1, 94–99.
- Михеева М.Г., Пушаровский Д.Ю., Хомяков А.П., Ямнова Н.А. (1986) Кристаллическая структура тетраантролита // Кристаллография, 31, 3, 434–439.
- Онохин Ф.М. (1965) Тектонические особенности строения Кукисвумчоррского месторождения апатита и некоторые прогнозные вопросы по поискам апатитовых руд // Советская геология, №7, 48–62.
- Онохин Ф.М. (1975) Особенности структуры Хибинского массива. Л., Наука, 106 с.
- Осиновский В.И. (1930) Роль хибинских апатитов в колонизации Кольского полуострова // Хибинские апатиты. Л., 204–211.
- Пеков И.В. (1997) Минералогия редкоземельных элементов в высокощелочных пегматитах и гидротермалитах (на примере Хибинского, Ловозерского и Илимаусакского массивов). Дисс. к.г.-м.н. М., МГУ, 237 с.
- Пеков И.В. (1998) Иттриевая минерализация в Хибино-Ловозерском щелочном комплексе (Кольский полуостров) // ЗВМО, 127, 5, 66–85.
- Пеков И.В. (2001) О смене натриевого режима щелочности калиевым на поздних стадиях эволюции апатитовых комплексов. Тез. докл. // Тр. Научной школы «Щелочной магматизм Земли», М., 55–56.
- Пеков И.В., Беловицкая Ю.В. (1999) Минералы семейства бербанкита из карбонатитовых и апатитовых массивов: сравнительная характеристика // Карбонатиты Кольского полуострова. СПб., 89–91.
- Пеков И.В., Чуканов Н.В. (1996) Новые данные о кальборсите // ЗВМО, 125, 4, 55–59.
- Пеков И.В., Куликова И.М., Кабалов Ю.К., Елецкая О.В., Чуканов Н.В., Меньшиков Ю.П., Хомяков А.П. (1996) Беловит-(La)  $Sr_3Na(La,Ce)[PO_4]_3(F,OH)$  — новый редкоземельный минерал из группы апатита // ЗВМО, 125, 3, 101–109.
- Пеков И.В., Екименкова И.А., Чуканов Н.В., Задов А.Е., Ямнова Н.А., Егоров-Тисменко Ю.К. (2000a) Литвинскит  $Na_2(\square,Na,Mn)Zr[Si_6O_{12}(OH,O)_6]$  — новый минерал из группы ловозерита // ЗВМО, 129, 1, 45–53.
- Пеков И.В., Чуканов Н.В., Кононкова Н.Н., Задов А.Е., Беловицкая Ю.В. (2000b) Ремондит-(La)  $Na_3(La,Ce,Ca)_3(CO_3)_5$  — новый минерал семейства бербанкита из Хибинского массива, Кольский полуостров // ЗВМО, 129, 1, 53–60.

- Пеков И.В., Чуканов Н.В., Турчкова А.Г. (2000с) О минералогии и поведении бария в дифференциатах щелочных пород Хибинского массива (Кольский полуостров). Тез. докл. // Матер. XIX Всероссийского семинара «Геохимия магматических пород». М., 111–112.
- Пеков И.В., Чуканов Н.В., Турчкова А.Г. (2000d) Новое в минералогии Хибинского массива. Тез. докл. // Матер. Международного симпозиума «Минералогические музеи в XXI веке». СПб., 80–82.
- Пеков И.В., Ловская Е.В., Турчкова А.Г., Чуканов Н.В., Задов А.Е., Расцветаева Р., Кононкова Н.Н. (2001) Томсонит-Sr ( $\text{Sr,Ca}_2\text{Na}[\text{Al}_3\text{Si}_2\text{O}_{20}]_6\text{-}7\text{H}_2\text{O}$ ) — новый цеолит из Хибинского массива (ольский полуостров) и изоморфная серия томсонит-Ca — томсонит-Sr // ЗВМО, **130**, 4, 46–55.
- Пеков И.В., Чуканов Н.В., Турчкова А.Г. (2002) Новое в минералогии Хибинского массива (сообщение второе). Тез. докл. // Матер. II Международного симпозиума «Минеральное разнообразие — исследование и сохранение». София, 41–43.
- Пеков И.В., Чуканов Н.В., Кононкова Н.Н., Задов А.Е., Кривовичев С.В. (2003а) Кухаренкоит-(La)  $\text{Ba}_2(\text{La,Ce})(\text{CO}_3)_3\text{F}$  — новый минерал из Хибинского массива, Кольский полуостров // ЗВМО, **132**, 3, 56–65.
- Пеков И.В., Чуканов Н.В., Кононкова Н.Н., Пушаровский Д.Ю. (2003b) Редкометалльные «цеолиты» группы илерита // Тр. ММ, **38**, 20–33.
- Портнов А.М., Кривоконева Г.К., Столярова Т.И. (1971) Комаровит — новый ниобосиликат кальция и марганца // ЗВМО, **100**, 5, 599–602.
- Пэн Чжи-чжун, Ма Чжэ-шэн (1963) Открытие новотипного ленточного кремне-кислородного радикала — кристалло-структурный анализ астрофиллита. // Scientifica Sinica, **12**, 2, 272–276 (на русском языке).
- Самсонова Н.С. (1973) Минералы группы нефелина. М., Наука, 145 с.
- Семенов Е.И. (1959а) Литиевые и другие слюды и гидрослюды в щелочных пегматитах Кольского полуострова // Тр. ММ, **9**, 107–137.
- Семенов Е.И. (1959b) Ульвёшпинель в титаномагнетитах Хибинского щелочного массива // Тр. ММ, **9**, 190–195.
- Семенов Е.И. (1969) Минералогия щелочного массива Илимаусак. М., Наука, 165 с.
- Семенов Е.И. (1972) Минералогия Ловозерского щелочного массива. М., Наука, 307 с.
- Семенов П.К. (1959) Виллиомит горы Кукисвумчорр в Хибинах // Матер. по минералогии Кольского полуострова, **1**, 112–115.
- Соколова М.Н. (1965) К минералогии глубоких горизонтов апатитового месторождения Кукисвумчорр в Хибинских Тундрах // ДАН, **160**, № 1, 193–203.
- Соколова М.Н. (1986) Типоморфизм минералов ультраапатитовых ассоциаций. М., Наука, 117 с.
- Соколова М.Н., Добровольская М.Г., Казакова М.Е., Органова Н.И., Дмитрик А.Л. (1970) Сульфид калия и железа — новый минерал расвумит // ЗВМО, **99**, 6, 712–720.
- Соколова М.Н., Добровольская М.Г., Органова Н.И., Казакова М.Е., Васильева Г.Л. (1971а) Находки и распространение джерфишерита в пегматитах Хибинского массива // Геология рудных месторождений, **13**, 2, 62–71.
- Соколова М.Н., Забавникова Н.И., Рудницкая Е.С., Органова Н.И. (1971b) Об особенностях состава и степени однородности минералов группы ломоносовита из Хибинского массива // Вопросы однородности и неоднородности минералов. М., Наука, 174–187.
- Соколова М.Н., Забавникова Н.И., Рудницкая Е.С. (1973) Новые данные о составе ломоносовита и мурманита // Тр. ММ, **22**, 129–142.
- Солодовникова Л.Л. (1959) Полевые шпаты Кукисвумчоррского месторождения // К минералогии постмагматических процессов. Л., Изд-во Ленинградского университета, 7–72.
- Тихоненков И.П. (1963) Нефелиновые сиениты и пегматиты Хибинского массива и роль постмагматических явлений в их формировании. М., 247 с.
- Тихоненков И.П., Кухарчик М.В., Пятенко Ю.А. (1960) О ваденте из Хибинского массива и условиях его образования // ДАН, **134**, 4, 920–923.
- Турчкова А.Г., Пеков И.В., Ловская Е.В. (1999) Типохимизм шабазита из гидротермалитов щелочных массивов Кольской провинции // Карбонатиты Кольского полуострова. СПб., 118–120.
- Турчкова А.Г., Ловская Е.В., Пеков И.В., Кононкова Н.Н., Коротаева Н.Н. (2000а) Распределение щелочных и щелочноземельных катионов в цеолитах Хибино-Ловозерского комплекса (Кольский полуостров). Тез. докл. // Матер. XIX Всероссийского семинара «Геохимия магматических пород». М., 146–148.
- Турчкова А.Г., Пеков И.В., Ловская Е.В. (2000b) Минералы серии гейландита в Хибино-Ловозерском щелочном комплексе. Тез. докл. // Матер. Международного симпозиума «Минералогические музеи в XXI веке». СПб., 118–119.
- Федоров Е.С. (1908) Белое море как источник материала для сельскохозяйственной культуры // Известия Московского сельскохозяйственного института, книга 1, 94–97.
- Ферсман А.Е. (1923) Полезные ископаемые Хибинских и Ловозерских тундр (в сб. Хибинский массив) // Тр. Северной Научно-промышленной экспедиции, **16**, 63–64.
- Ферсман А.Е. (1929) Уроки одного открытия (к вопросу об открытии Хибинских апатитов) // Химия и хозяйство, октябрь, №2–3, 10–22.
- Ферсман А.Е. (1960) Путешествия за камнем. М., 392 с.
- Фивег М.П. (1930а) Разведочные работы на части Кукисвумчоррского месторождения (предварительные сведения по январю 1930 г) // Хибинские апатиты. Л., 47–67.
- Фивег М.П. (1930b) Кукисвумчоррские апатитовые месторождения в Хибинах // Минеральное сырье, №5, 684–693.
- Фивег М.П. (1932) Очерк Кукисвумчорр-Юкспорского апатитового месторождения // Тр. НИУ, **89**, 24–76.

- Фивег М.П. (1936) Краткие итоги работ разведочных партий Горно-геологического отдела НИУ в Хибинской тундре (1929–1933 гг) // Тр. НИУ. **128**, 5–35.
- Фивег М.П. (1971) Единственное в мире // Хибинские клады. Л., 42–49.
- Флоровская В.Н., Зезин Р.Б., Овчинникова Л.И., Пиковский Ю.И., Теплицкая Т.А. (1968) Диагностика органических веществ в горных породах магматического и гидротермального происхождения. М., Наука, 251 с.
- Хибиногорский рабочий (газета) (1934), октябрь–ноябрь.
- Хибинские апатиты (1930) Официальная часть сборника. Л., 281–296.
- Хибинские и Лопозерские тундры (1925) Т.1. Маршруты // Тр. Научно-исследовательского института по изучению Севера, **29**, 1–195.
- Хибинские и Ловозерские тундры (1928) Т.2. Физико-географический очерк — петрография — месторождения // Тр. Научно-исследовательского института по изучению Севера, **39**, 1–398.
- Хомяков А.П. (1979) Цирсианит // Тр. ММ, **28**, 192–193.
- Хомяков А.П. (1981) Пирсонит  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — первая находка в СССР и гейлюссит  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — первая находка в Хибинском массиве // Мин. журн., **3**, 1, 99–102.
- Хомяков А.П. (1990) Минералогия ультраабазитовых щелочных пород. М., Наука, 196 с.
- Хомяков А.П. (1996) Натроксалат  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  — новый минерал // ЗВМО, **125**, 1, 126–132.
- Хомяков А.П., Сандомирская С.М., Малиновский Ю.А. (1980) Кальборсит  $\text{K}_6\text{Ba}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}(\text{OH})_4\text{Cl}$  — новый минерал // ДАН, **252**, 6, 1465–1468.
- Хомяков А.П., Александров В.Б., Краснова Н.И., Ермилов В.В., Смольянинова Н.Н. (1982a) Бонштедтит  $\text{Na}_3\text{Fe}(\text{PO}_3)(\text{CO}_3)$  — новый минерал // ЗВМО, **111**, 4, 486–490.
- Хомяков А.П., Черепицкая Г.Е., Курова Т.А., Капцов В.В. (1982b) Амичит  $\text{K}_2\text{Na}_2\text{Al}_3\text{Si}_4\text{O}_{16} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — первая находка в СССР // ДАН, **263**, 4, 978–980.
- Хомяков А.П., Коробицын М.Ф., Меньшиков Ю.П., Полежаева Л.И. (1982c) Набафит  $\text{NaBaPO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал // ДАН, **266**, 3, 707–710.
- Хомяков А.П., Черепицкая Г.Е., Михеева М.Г. (1986) Паранатролит — первые находки в СССР // ДАН, **288**, 1, 214–217.
- Хомяков А.П., Семенов Е.И., Победимская Е.А., Надежина Т.Н., Расцветаева Р.К. (1991) Канкрисилит  $\text{Na}_7[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{24}][\text{CO}_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал семейства канкринита // ЗВМО, **120**, 6, 80–84.
- Хомяков А.П., Феррарис Дж., Ивальди Г., Нечелюстов Г.Н., Соболева С.В. (1995) Нафертисит  $\text{Na}_3(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_6[\text{Ti}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{36}](\text{O}, \text{OH})_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал с новым типом ленточного кремнекислородного радикала // ЗВМО, **124**, 6, 101–107.
- Хомяков А.П., Нечелюстов Г.Н., Расцветаева Р.К. (1996) Пятенкоит-(Y)  $\text{Na}_3(\text{Y}, \text{Dy}, \text{Gd})(\text{Ti}, \text{Nb})\text{Si}_6\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал // ЗВМО, **125**, 4, 72–79.
- Хомяков А.П., Меньшиков Ю.П., Нечелюстов Г.Н., Жу Хуюн (2001a) Буссенит  $\text{Na}_2\text{Ba}_3\text{Fe}^{2+}\text{TiSi}_2\text{O}_7(\text{CO}_3)(\text{OH})_3\text{F}$  — новый сплюснутый титаносиликат из Хибинского щелочного массива (Кольский полуостров) // ЗВМО, **130**, 3, 50–55.
- Хомяков А.П., Нечелюстов Г.Н., Феррарис Дж., Гула А., Ивальди Г. (2001b) Лабунцовит-Fe и лабунцовит-Mg — новые минералы группы лабунцовита из Хибинского и Ковдорского щелочных массивов (Кольский полуостров) // ЗВМО, **130**, 4, 36–45.
- Чинь Тхи Ле Тхы, Победимская Е.А., Надежина Т.Н., Хомяков А.П. (1992) Полиморфизм доннейита  $(\text{Na}, \text{TR})\text{Sr}(\text{CO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  // Вестник МГУ, серия 4, геология, №5, 69–78.
- Чуканов Н.В., Пеков И.В., Расцветаева Р.К., Задов А.Е., Неделько В.В. (2001) Леммлейнит-Ba  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{Ba}_{1+x}\text{Ti}_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2(\text{O}, \text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал группы лабунцовита // ЗВМО, **130**, 3, 36–43.
- Чуканов Н.В., Пеков И.В., Задов А.Е., Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Кривовичев С.В., Левницкая Л.А. (2003a) Новые минералы цепинит-K и парацепинит-Ba и их соотношения с другими представителями группы лабунцовита // ЗВМО, **132**, 1, 38–51.
- Чуканов Н.В., Пеков И.В., Задов А.Е., Волошин А.В., Субботин В.В., Сорохтина Н.В., Расцветаева Р.К., Кривовичев С.В. (2003b) Минералы группы лабунцовита. М., Наука, 323 с.
- Чуканов Н.В., Субботин В.В., Пеков И.В., Задов А.Е., Цепин А.И., Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Феррарис Дж. (2003c) Нескевараит-Fe,  $\text{NaK}_3\text{Fe}(\text{Ti}, \text{Nb})_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O}, \text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал группы лабунцовита // Тр. ММ, **38**, 9–14.
- Шилин Л.Л., Янченко М.Т. (1962) О кюпите из апатито-нефелиновых руд Хибинского массива // ДАН, **144**, 3, 639–642.
- Шлюкова З.В., Чуканов Н.В., Пеков И.В., Расцветаева Р.К., Органова Н.И., Задов А.Е. (2001) Цепинит-Na  $(\text{Na}, \text{H}_3\text{O}, \text{K}, \text{Sr}, \text{Ba})_2(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  — новый минерал группы лабунцовита // ЗВМО, **130**, 3, 43–50.
- Эйхфельд И. (1927) В Хибины за апатитами // Карело-Мурманский край, №2, 8–13.
- Эпоха Хибин (2001) // Живая Арктика (историко-краеведческий альманах), №1, 99 с.
- Юшкин Н.П. (1996) Начало пути. Свердловск, 172 с.
- Яковенчук В.Н. (1995) Минералогия и условия образования карбонатов в гидротермальных жилах Кукисвумчоррского месторождения (Хибинский массив). Дисс. к.г.-м.н. Апатиты, 189 с.
- Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Волошин А.В., Богданова А.Н., Ямнова Н.А., Пушаровский Д.Ю. (1990) Тулюкиит  $\text{Na}_6\text{BaTh}(\text{CO}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  — новый водный карбонат натрия, бария и тория из щелочных пегматитов Хибинского массива (Кольский полуостров) // Мин. журн., **12**, 3, 74–78.

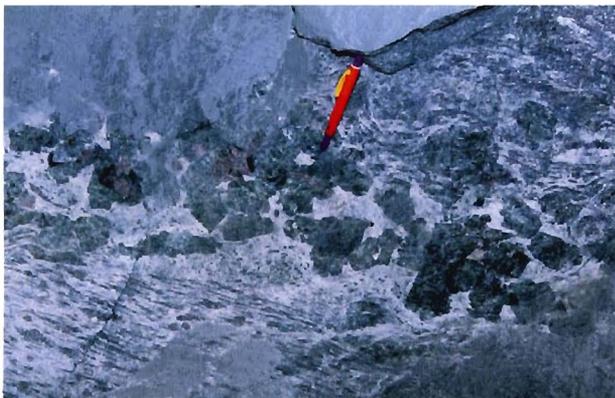
- Яковенчук В.Н., Бритвин С.Н., Леднев А.И., Богданова А.Н., Уткин П.И. (1991a) Новые данные о нордите из Ловозерского и Хибинского массивов // Новые данные по минералогии редких элементов Кольского полуострова. Апатиты, 60–65.
- Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Богданова А.Н. (1991b) Кукисвумит — новый минерал из щелочных пегматитов Хибинского массива (Кольский полуостров) // Мин. журн., 13, 2, 63–67.
- Яковенчук В.Н., Иванюк Г.Ю., Пахомовский Я.А., Меньшиков Ю.П. (1999) Минералы Хибинского массива. М., 320 с.
- Якубович О.В., Масса В., Пеков И.В., Кучериненко Я.В. (1999) Кристаллическая структура Na,K-разновидности мерлиннита // Кристаллография, 44, 5, 835–841.
- Ямнова Н.А., Егоров-Тисменко Ю.К., Пеков И.В. (2001) Уточненная кристаллическая структура ловозерита  $\text{Na}_2\text{CaZr}[\text{Si}_6\text{O}_{12}(\text{OH},\text{O})_6]\cdot\text{H}_2\text{O}$  // Кристаллография, 46, 6, 1019–1023.
- Balic-Zunic T., Petersen O.V., Bernhardt H.-J., Micheelsen H.I. (2002) The crystal structure and mineralogical description of a Na-dominant komarovite from the Ilmaussaq alkaline complex, South Greenland // Neues Jahrbuch für Mineralogie. Monatshefte, 11, 497–514.
- Boeggild O.B. (1953) The Mineralogy of Greenland. // Meddelelser om Gronland, 149, 3, 442 pp.
- Borodin L.S., Pekov I.V. (1995) Natrolite from the Putelichorr and its new finds // World of Stones, 5/6, 4–7.
- Chakhmouradian A.R., Yakovenchuk V.N., Mitchell R.H., Bogdanova A.N. (1997) Isolueshite: a new mineral of the perovskite group from the Khibina alkaline complex // Eur. J. Miner., 9, 483–490.
- Chao G.Y. (1980) Paranatrolite, a new zeolite from Mont St.-Hilaire, Quebec // Can. Miner., 18, 85–88.
- Chao G.Y., Mainwaring P.R., Baker J. (1978) Donnayite,  $\text{NaCaSr}_2\text{Y}(\text{CO}_3)_6\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , a new mineral from Mont St.-Hilaire, Quebec // Can. Miner., 16, 335–340.
- Chukanov N.V., Pekov I.V., Rastsvetaeva R.K., Nekrasov A.N. (1999) Labuntsovite: solid solutions and features of the crystal structure // Can. Miner., 37, 901–910.
- Della Ventura G., Parodi G.C., Maras A. (1992) Potassium-fluor-richterite, a new amphibole from San Vito, Monte Somma, Campania, Italy // Rendiconti Scienze Fisiche e Naturale Accademia Lincei, ser. IX, 3, 239–245.
- Ferraris G., Khomyakov A.P., Belluso E., Soboleva S.V. (1998) Kalifersite, a new alkaline silicate from Kola Peninsula (Russia) based on a palygorskite-sepiolite polysomatic series // Eur. J. Miner., 10, 865–874.
- Ferraris G., Ivaldi G., Pushcharovsky D.Yu., Zubkova N.V., Pekov I.V. (2001) The crystal structure of delindeite,  $\text{Ba}_2\{(\text{Na},\text{K},\square)_3(\text{Ti},\text{Fe})[\text{Ti}_3(\text{O},\text{OH})_4\text{Si}_4\text{O}_{14}](\text{H}_2\text{O},\text{OH},\text{O})_2\}$ , a member of the mero-pleisotype bafertsite series // Can. Miner., 39, 1306–1316.
- Horvath L. (2003) Mineral Species Discovered in Canada and Species Named after Canadians // Can. Miner. Special Publication 6, 372 pp.
- Horvath L., Pfenninger-Horvath E. (2000) I minerali di Mont Saint-Hilaire (Quebec, Canada) // Rivista Mineralogica Italiana, №3, 140–202.
- Khomyakov A.P. (1995) Mineralogy of Hyperagpaitic Alkaline Rocks. Oxford, 223 pp.
- Kramm U., Kogarko L.N. (1994) Nd and Sr isotopic signatures of the Khibina and Lovozero agpaitic centres, Kola Alkaline Province, Russia // Lithos, 32, 225–242.
- Pekov I.V. (1996) Crystal morphology of phosphate minerals from hyperagpaitic pegmatites of Khibina-Lovozero complex (Kola peninsula). Abstract // Acta Mineralogica-Petrographica. Szeged, XXXVII, Supplementum, 91.
- Pekov I.V. (1998a) Minerals First Discovered on the Territory of the Former Soviet Union. M., OP, 369 pp.
- Pekov I.V. (1998b) Lanthanum-rich minerals in high-alkaline pegmatites and hydrothermalites of Khibiny massif, Kola peninsula. Abstract // 17th General Meeting of IMA, Toronto, 112.
- Pekov I.V. (2000) Lovozero Massif: History, Pegmatites, Minerals. M., OP, 480 pp.
- Pekov I.V. (2002) New zincian minerals and genetic aspect of the crystal chemistry of zinc in hyperalkaline pegmatites. Abstract // New approach of study and description of minerals and mineral formation processes. M., 35–37.
- Pekov I.V., Podlesnyi A.S. (1995) Minerals of the Khibiny apatite ores // World of Stones, 5/6, 13–15.
- Pekov I.V., Chukanov N.V., Ferraris G., Ivaldi G., Pushcharovsky D.Yu., Zadov A.E. (2003) Shirokshinite,  $\text{K}(\text{NaMg}_2)\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$ , a new mica with octahedral Na from Khibiny massif, Kola Peninsula: descriptive data and structural disorder // Eur. J. Miner., 15, 447–454.
- Pekova N.A. (1995) Eudialyte crystals from the Kola peninsula // World of Stones, 5/6, 8–11.
- Peng Tze-Chung, Chahg Chien-Hung (1965) New varieties of lamprophyllite — barytolamprophyllite and orthorhombic lamprophyllite // Scientifica Sinica, 14, 12, 1827–1840.
- Ramsay W. (1897–99) Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. II // Fennia, 15, 2, 1–27.
- Ramsay W., Hackman V. (1894) Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. I // Fennia, 11, 2, 1–225.
- Rieder M. et al. (1998) Nomenclature of the micas // Can. Miner., 36, 905–912.
- Sokolova E., Hawtorne F.C., Khomyakov A.P. (2002) The crystal chemistry of fersmanite,  $\text{Ca}_3(\text{Na},\text{Ca})_3(\text{Ti},\text{Nb})_4(\text{Si}_2\text{O}_7)_4\text{O}_8\text{F}_3$  // Can. Miner., 40, 1421–1428.
- Trinh Thi Le Thu, Pobedimskaja E.A., Nadezhina T.N., Khomyakov A.P. (1984) The crystal structures of alkaline carbonates: barentsite, bonshtedlite and donnayite. Abstract // Acta Crystallographica, 1984, A40 (supplement), 257.
- Zaitsev A.N., Yakovenchuk V.N., Chao G.Y., Gault R.A., Subbotin V.V., Pakhomovsky Y.A., Bogdanova A.N. (1996) Kukhareenkoite-(Cc),  $\text{Ba}_2\text{Ce}(\text{CO}_3)_3\text{F}$ , a new mineral from Kola Peninsula, Russia, and Quebec, Canada // Eur. J. Miner., 8, 1327–1336.

## УКАЗАТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ

Альбит	106	Доломит	80, 17
Амезит	100, 116	Доннейит	83, 110, 15, 37–39, 106
Амичит	111, 120, 69, 70, 72	Дорфманит	131
Анальцим	111, 119, 103	Захаровит	98, 115
Анатаз	71, 14	Изолуешит	73, 15
Анкерит	80, 17	Илерит	117, 122, 77
Анкилит-(La)	92, 112	Ильменит	72, 14
Анкилит-(Ce)	92, 112	Калиевый фторрихтерит	96, 114
Аннит	102, 116, 56	Калиферсит	98, 115
Арсенопирит	67, 12	Кальборсит	110, 119, 67
Арфведсонит	96, 114	Кальсилит	106
Астрофиллит	126, 126	Кальциоанкилит-(Ce)	92, 112, 46
Барит	136, 129, 101	Кальцит	79, 17, 31, 32
Баритокальцит	80, 18, 33, 34	Канасит	97, 115
Баритолампрофиллит	126, 126	Канкринит	107
Беловит-(Ce)	132, 128, 102	Канкрисилит	108, 118, 22, 62
Беловит-(La)	133, 128, 99	Карбонат-гидроксилапатит	132
Бёмит	75	Карбонат-фторапатит	132
Бербанкит	82, 19, 36	Карбоцернаит	81, 19, 35
Бонштедтит	134, 128, 103	Катаплеит	114, 121
Борнит	65	Кафетит	74, 14
Брэдлийит	134, 128	Кварц	71
Буссенит	128, 126	Кобальтин	67, 12
Вадеит	114, 121	Ковеллин	66, 11
Виллиомит	69, 13, 8, 17, 20, 21, 23, 25	Комаровит	130, 127, 98
Виноградовит	124, 125, 91, 107	Кордилит-(Ce)	91, 112
Витерит	79, 18	Кубанит	67
Власовит	118, 122	Кукисвумит	124, 125, 93
Вуориярвит-К	122, 123	Куплетскит	126, 126
Галенит	66	Куприт	70
Геденбергит	95, 114	Кухаренкоит-(Ce)	91, 112
Гейдоннеит	117, 122, 102	Кухаренкоит-(La)	91, 112
Гейландит-Са	113, 120	Лабунцовит-Fe	121, 124, 84, 85
Гейландит-К	113, 120	Лабунцовит-Mg	120, 124, 83
Гематит	71	Лабунцовит-Mn	120, 124, 93, 104
Гемиморфит	93, 113	Лампрофиллит	126, 126
Гётит	75	Лейкофан	100, 117
Гётценит	94, 113	Лейфит	113, 120
Гиббсит	75	Леммлейнит-Va	122, 124, 87
Гидродельхайелит	104	Леммлейнит-К	121, 124
Гизингерит	105, 117, 57	Литвинскит	116, 122
Глет	70	Ловозерит	115, 122
Гоббинсит	112, 120, 74	Ломоносовит	128, 126
Гоннардит	109, 119	Лопарит	72, 15
Графит	64	Лоренценит	124, 125, 90, 107
Давсонит	90	Магнезиоарфведсонит	96, 114, 47
Делиндент	129, 126	Магнезиоастрофиллит	128, 126, 92
Дельхайелит	104, 117, 60	Магнетит	71, 14
Джерфишерит	68, 11	Макатит	105
Диаспор	75	Макиनावит	65, 12
Диопсид	95, 114	Маккельвиит	87, 111, 37, 40, 41, 43, 44, 106

Обычным шрифтом указаны страницы, на которых минералы описаны  
*курсивом* указаны номера таблиц  
**выделенным шрифтом** указаны номера фотографий на цветной вкладке

<b>Малахит</b>	90	Свинец	64
Манганнепунит	126, 125	Селадонит	101, 116
Манганокукисвумит	125, 125	Серандит	96
Марказит	67	Сидерит	80, 17
Мезолит	110	Сидоренкит	134, 128
Мерлиноит	112, 120	Синхизит-(Ce)	90, 112
Микроклин	106, 118	Ситинакит	129, 127
Молибденит	67	Содалит	106, 118, 61, 105
Монголит	130, 127	Стисиит	95, 113
Монтмориллонит	102	Стронцианит	78, 18, 29
Мурманит	128, 126, 94	Сфалерит	66, 11, 16
Мурунскит	68, 11	Тайниолит	102, 116
Мусковит	100, 116	Таумасит	136, 129
Набафит	131, 128, 97	Термонатрит	75, 17, 8, 22
<i>Накафит</i>	134	Титанит	93, 113
На-комаровит	130, 127, 95	Тоберморит	97, 115, 49
Нарсарсукиит	126, 125	Томсонит-Ca	110, 119
<b>Настрофит</b>	132, 128	Торит	93, 113
Натисит	93	Трона	76, 17
Натрит	75	Тулиоқит	89, 18, 45
Натроксалат	93, 48, 50	Ульвёшпинель	72
Натролит	108, 119, 63–66, 68	Умбит	117, 122
Натрон	76, 17	Уссингит	108
Нафертисит	128, 126	Фенаксит	98, 115
Нахколит	76	Феррикатофорит	97, 114
Нейборит	70, 13	Ферроселадонит	101, 116, 54
Ненадкевичит	119, 123, 81, 82	Ферсманиит	129, 127, 96, 104
Неотокит	105, 117	Филлипсит-К	112, 120
Нептунит	126, 125	Флогопит	101, 116, 55
Нескелаварит-Fe	123, 124, 84, 88	Флюорит	70, 13
Нефелин	106, 118, 1, 59	Франконит	73, 16
Нонтронит	103	Фторапатит	132, 128, 100
Нордит-(La)	97, 113	Фторапофиллит	103, 117
Нордстрандит	75	Халькозин	64, 11
Опал	71	Халькопирит	66, 11
Ортоклаз	106, 118	Цеофиллит	104, 117
Паранатисит	93	Цепинит-К	123, 123, 79
Паранатролит	109, 119	Цепинит-Na	122, 123, 86, 89
Пектолит	96, 115	<b>Церуссит</b>	79
Пентландит	65	Циркон	93
Перовскит	72, 15	Цирсианит	115
Пирит	67, 12	Шабазит-К	113, 120
Пирофанит	72, 14	Шабазит-Na	113, 120
Пирохлор	73, 16	Широкшинит	102, 116, 58
Пирротин	67, 12	Шортит	77, 17, 24, 26
Пирссонит	77, 17, 27, 28, 30	Шербаковит	125, 125
Полилитионит	102, 116	Эвальдит	89, 111, 42
Пятенкоит-(Y)	117, 122, 78	Эвдиалит	116, 121, 7, 71, 73, 75 76
Расвумит	67, 11, 18, 19	Эввидимит	99, 53
Ремондит-(Ce)	83, 19	Эгирин	96, 114
<b>Ремондит-(La)</b>	83, 19	Эльпидит	118, 122, 79, 80
Ринкит	94, 113	Энигматит	96
Родохрозит	80, 17	Эпидидимит	99, 115, 51–53
Сапонит	103, 117	Эритрин	135
Саффлорит	64, 12	Ярозит	136, 129



1. Апатитовая порода с крупными кристаллами нефелина. Гор +252 м. Фото: Н. Пекова



3. Ветвящиеся жилы (мощность 1-10 см) простых пегматитов с эвдиалитом в ийолит-уртите. Содовый кварцлаг. Фото: Н.Пекова



4. Симметрично-зональная жила простого пегматита (мощность 30 см) с шортит-цеолит-полевошпатовым «шнуром» в осевой части, секущая ийолит-уртит. Гор. +252 м. Фото: Н.Пекова

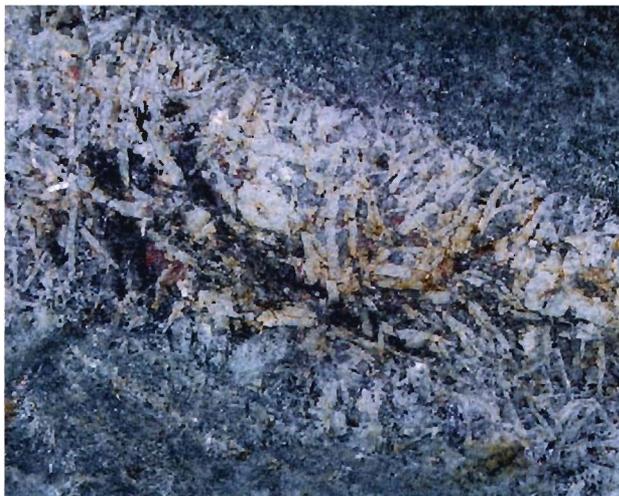


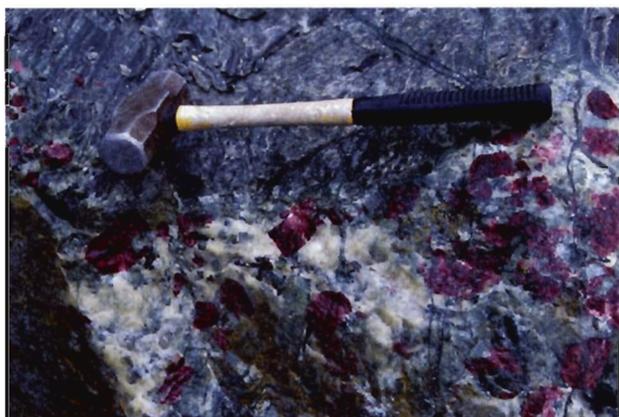
6. Жила простого пегматита (мощность 5 см) обогащенная розовым содалитом, в ийолит-уртите. Гор. +252м. Фото: Н.Пекова

2. Жила простого пегматита мощностью 20–30 см с эвдиалит-эгириновым «шнуром» в осевой части, секущая ийолит-уртит. Содовый кварцлаг. Фото: Н.Пекова

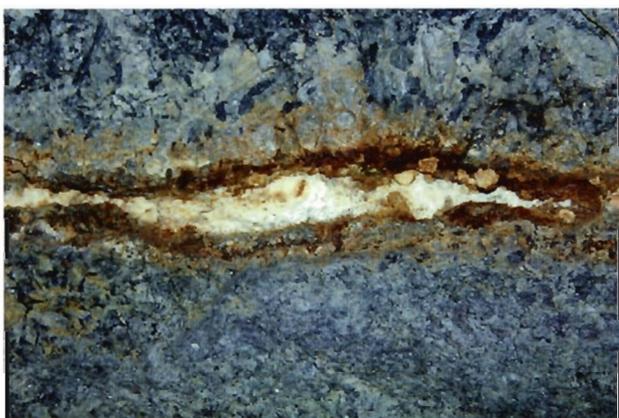


5. Жила простого пегматита (мощность 30 см) с черными обособлениями энigmatита и эвдиалитом, секущая ийолит. Содовый кварцлаг. Фото: Н.Пекова





7. Крупные кристаллы **звдиалита** в **апатитовой породе** у контакта с простым пегматитом. Северный карьер. Фото: И.Пеков



8. Линзовидное гнездо белого массивного **термонаритра** в **осевой зоне анальцим-содалит-полевошпатовой жилы**, секущей пегматоидный уртит. Мощность раздува 15 см. Содовый квершлаг. Фото: Н.Пекова



9. **Пектолит-полевошпатовая пегматитовая жила** мощностью 10–20 см, секущая **рисчоррит**. Гор. +252 м, квершлаг № 7. Фото: Н.Пекова

10. Гнезда **виллиомита** до 20 см в поперечнике среди калиевого полевого шпата и пектолита в пегматитовой линзе (№ 36 на схеме). Гор. +252 м. Фото: Н.Пекова



11. Пегматитовое тело «Беловитовое». Фото: Н.Пекова





12. Крупная полость в пегматитовом теле «Комаровитовое». Фото: И.Пеков

15. Фрагмент полости пегматитового тела «Доннейит-маккельвиитовое»: желтые кристаллы (2,5 мм) доннейита и бесцветные — кальцита на щетках игольчатого натролита. Образец из коллекции И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова

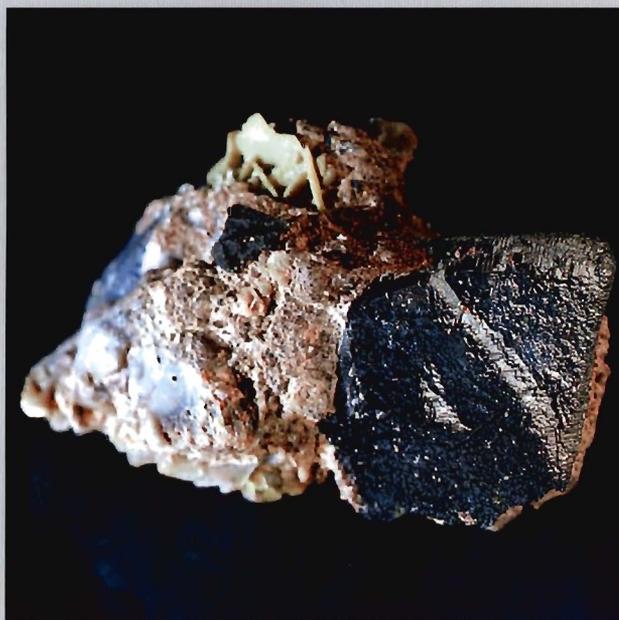


13. Нижняя часть пегматитового тела «Илеритовое» (виден контакт с вмещающим ийолит-уртитом). Фото: Н.Пекова



14. Гидротермально переработанный участок пегматитового тела «Илеритовое». Видны скопления синего тонкозернистого анатаза, замещающего титанит. Поле зрения 1,5 x 1 м. Фото: Н.Пекова





↑ 16. Сдвойникованный кристалл (3,8 x 2,7 см) **сфалерита** с кальцитом.  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 234). Фото: М.Лейбов



↑ 17. Гнездо **виллиомита** (образец 7 x 5 см). Коллекция А.С.Подлесного (№ 545).  
Фото: М.Лейбов



↑ 18. Грубые кристаллы (крупный — 6 мм в длину) **расвумита** в натролите. «Макинавитовое».  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 507).  
Фото: Н.Пекова



↑ 19. Кристаллы (4 и 3 мм в длину) **расвумита** на натролите. «Макинавитовое».  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 412).  
Фото: Н.Пекова



↑ 20. Искаженный кубический кристалл (5 мм) **виллиомита** с бесцветным пирссонитом.  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 179).  
Фото: Н.Пекова



♠ 21. Кубооктаэдрический кристалл (1.6 мм) **виллиомита** с зеленым натролитом. «Макинавитовое». Коллекция А.С.Подлесного. Фото: Н.Пекова



♠ 23. Блочный кубооктаэдрический кристалл (1.8 см) **виллиомита** на анните. «Макинавитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 527). Фото: Н.Пекова



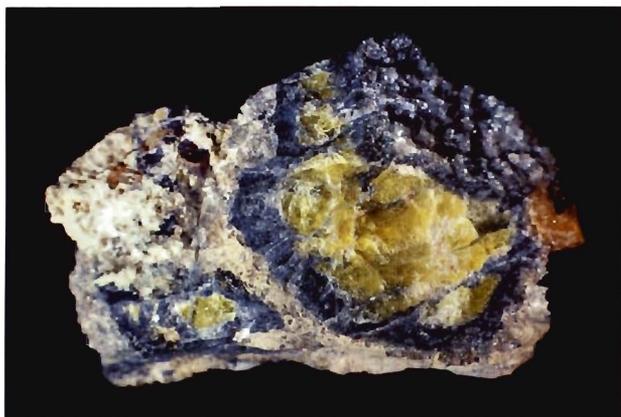
♠ 25. Блочный кубооктаэдрический кристалл (1 см) **виллиомита** на натролите. «Макинавитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 535). Фото: Н.Пекова

♣ 22. Массивный **термонарит** с красным виллиомитом и серым канкрисилитом (образец 11 x 7 см). Содовый кваршлаг. Коллекция А.С.Подлесного (№ 874). Фото: М.Лейбов.



♣ 24. Кристалл (5 x 3 мм) **шортита** в натролите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 227). Фото: Н.Пекова.





↑ 26. Зерно (3.5 см) шортита с темной битуминозной оторочкой. «Нейборитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 523). Фото: Н.Пекова

↕ 27. Кристалл (1.5 мм) пирсонита на щетке виллиомита. Коллекция А.С.Подлесного (№ 179). Фото: Н.Пекова.



28. Кристалл (17 x 12 мм) пирсонита. «Нейборитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 268). Фото: Н.Пекова

↕ 29. Сферолиты (до 2 мм) стронцианита на натролите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 494). Фото: Н.Пекова.



↑ 30. Кристаллы (до 1 см) пирсонита на щетке виллиомита. Коллекция А.С.Подлесного (№ 179). Фото: Н.Пекова.



↔ 31. Секториальный кристалл (7 мм) кальцита на натролите. «Доннейт-маккельвиитовое». Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.



⇆ 32. Сросток (15 x 14 см) кристаллов **кальцита**.  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 611).  
Фото: М.Лейбов.

⇆ 33. Кристаллы (до 8 мм в длину)  
**баритокальцита** на натролите.  
Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.



⇆ 34. Сросток (6 x 5 см) кристаллов  
**баритокальцита**. Коллекция А.С.Подлесного  
(№ 82). Фото: М.Лейбов.



↑ 35. Пучки кристаллов (до 1.5 мм в длину) **карбоцернита** на щетках микроклина. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 808).  
Фото: Н.Пекова



↔ 36. Кристалл (7.5 x 5 мм) **бербанкита**. Содовый кваршлаг. Коллекция А.С.Подлесного (№ 171).  
Фото: Н.Пекова

↔ 37. Параллельный сросток (2 мм) **доннейита** («шляпка») с маккельвиитом (пирамидальная часть кристалла) на натролите. «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 360).  
Фото: Н.Пекова





♣ 38. Кристаллы (2.5 мм) **доннейита** на натролите. «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова

⇒ 39. Блочный кристалл (38 x 17 мм) **маккельвиита** — крупнейший из найденных на Кукисвумчоррском месторождении. Коллекция А.С.Подлесного (№ 246). Фото: М.Лейбов

♣ 40. Кристаллы (до 3.5 мм) **доннейита** на щетке микроклина. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 798). Фото: Н.Пекова





↑ 41. Желтые кристаллы (до 8 мм в длину) **маккельвиита** на натролите. «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.

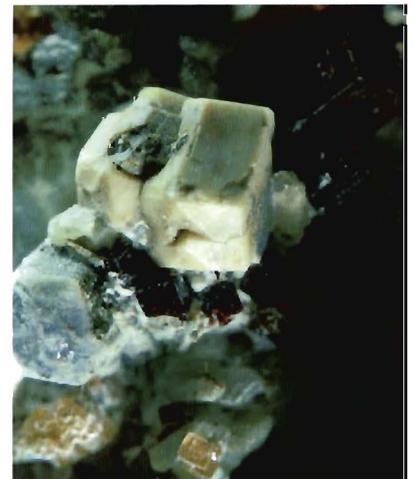
⇒ 42. Сrostок (14 x 9 мм) трех кристаллов **эвальдита**. Коллекция А.С.Подлесного (№ 337). Фото: Н.Пекова.



↓ 43. Желтые веретеновидные кристаллы (до 1 см длиной) **маккельвиита** с кальцитом на натролите. «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция В.Н.Яковенчука. Фото: М.Лейбов.

↗ 44. Кристалл (3 мм) **маккельвиита** с эпитаксически нарастающими мелкими индивидами доннейита. «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 360). Фото: Н.Пекова.

↘ 45. Сrostок кристаллов (до 5 мм) **тулюокита** на канкрисилите и виллиомите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 548). Фото: Н.Пекова.





↑ 46. Расщепленный кристалл (3 x 1.2 мм) кальциоанкерита-(Ce) на титаните. Коллекция А.С.Подлесного (№ 782). Фото: Н.Пекова.



↑ 48. Фрагмент (23 x 12 мм) кристалла натроксалата на виллиомите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 547). Фото: Н.Пекова



↑ 50. Фрагмент (22 x 12 мм) кристалла натроксалата. Коллекция И.В.Пекова. Фото: М.Богомолов.



⇨ 47. Кристалл (2 см в длину) магнетиоарфведсонита. «Комаровитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 511). Фото: Н.Пекова.

⇨ 49. Сферолит (3 мм) тоберморита на цеофиллите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 131). Фото: Н.Пекова.



⇨ 51. Сложный тройниковый сросток (3.5 мм) игольчатых кристаллов эпидидимита на микроклине. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного. Фото: М.Лейбов



↑ 52. Таблитчатый тройник (4,5 мм) эпидидимита на щетке микроклина. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 912). Фото: Н.Пекова.

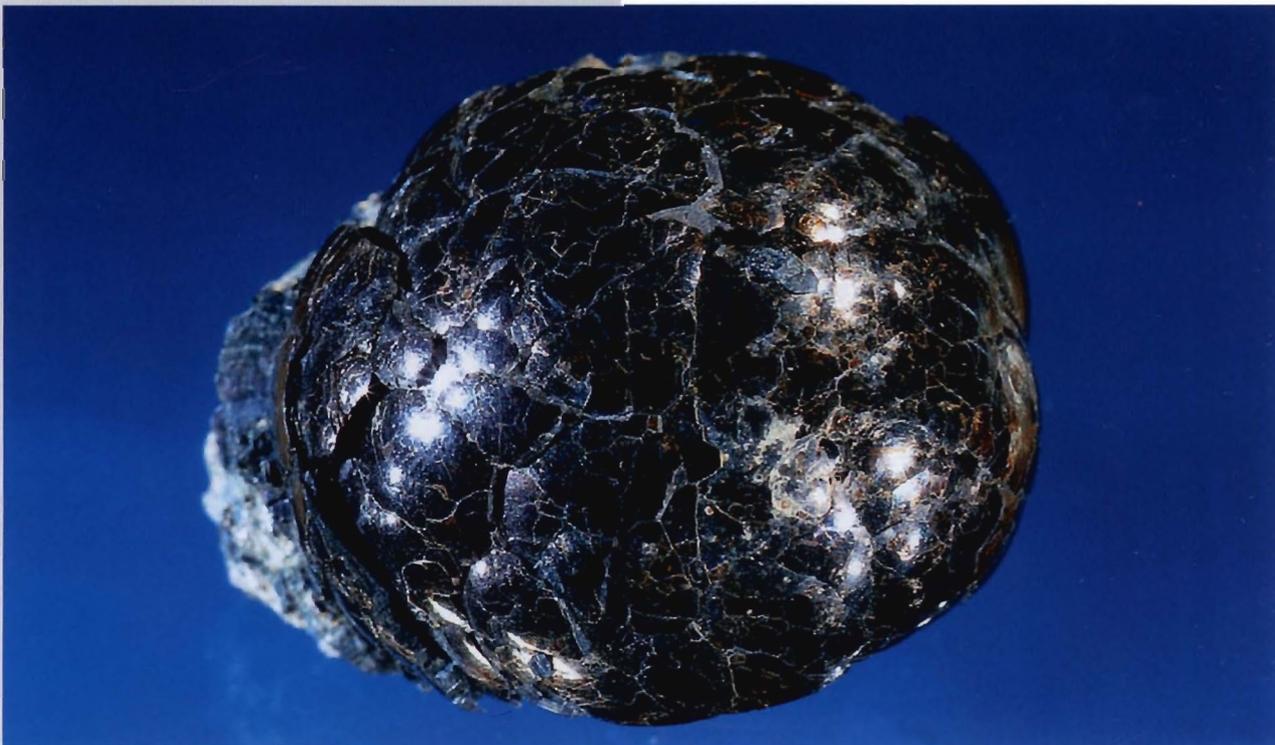


↑ 53. Сrostок (3,5 мм) белых пластинок эвдидимита с нарастающими на них иглами эпидидимита; на микроклинe, с желтыми кристаллами доннейита. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 908). Фото: Н.Пекова



↑ 54. Скопления зеленого порошкового ферросаладонита в зоне гидротермального изменения рихсдорритового пегматита. Гор. +252 м, разведочный квершлаг № 2 (фото в стенке подземной выработки). Фото: Н.Пекова.

↓ 55. Сферокристалл типа «барботов глаз» (3,5 см в диаметре) флогопита. Коллекция А.С.Подлесного (№ 214). Фото: М.Лейбов.





↑ 56. Деформированный (ступенчато-сдвинутый) кристалл аннита, обросший натролитом (образец 3 x 2 см). «Макинавитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 272). Фото: Н.Пекова.

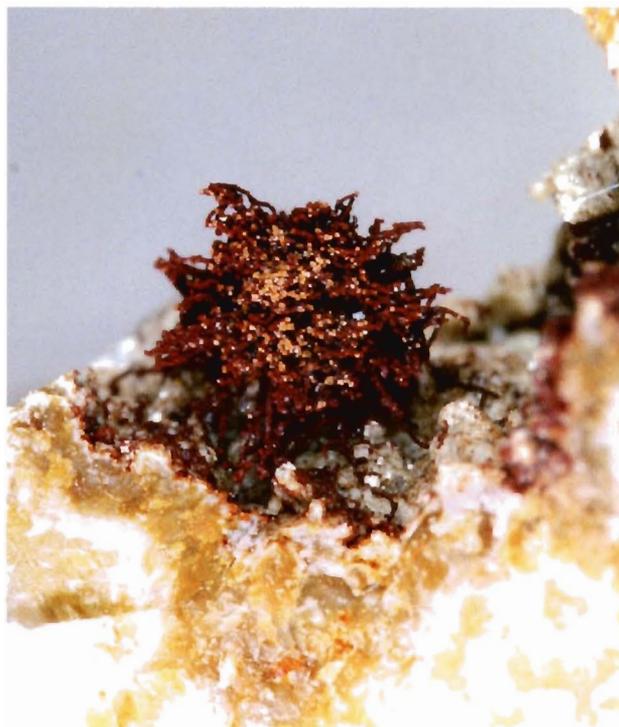


↑ 58. Расщеленные кристаллы (2.5 мм) широкшинита на полевом шпате. Коллекция А.С.Подлесного (№ 951). Фото: Н.Пекова.



↑ 60. Фрагмент кристалла дельхайелита (образец 6.5 x 4 см). Коллекция А.С.Подлесного (№ 516). Фото: М.Лейбов.

↓ 57. Ветвистое обособление (3 мм) гизингерита на микроклине. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 812). Фото: Н.Пекова.



↓ 59. Кристалл (16 x 14 мм) нефелина в зернистом апатите. Коллекция И.В.Пекова. Фото: М.Лейбов.

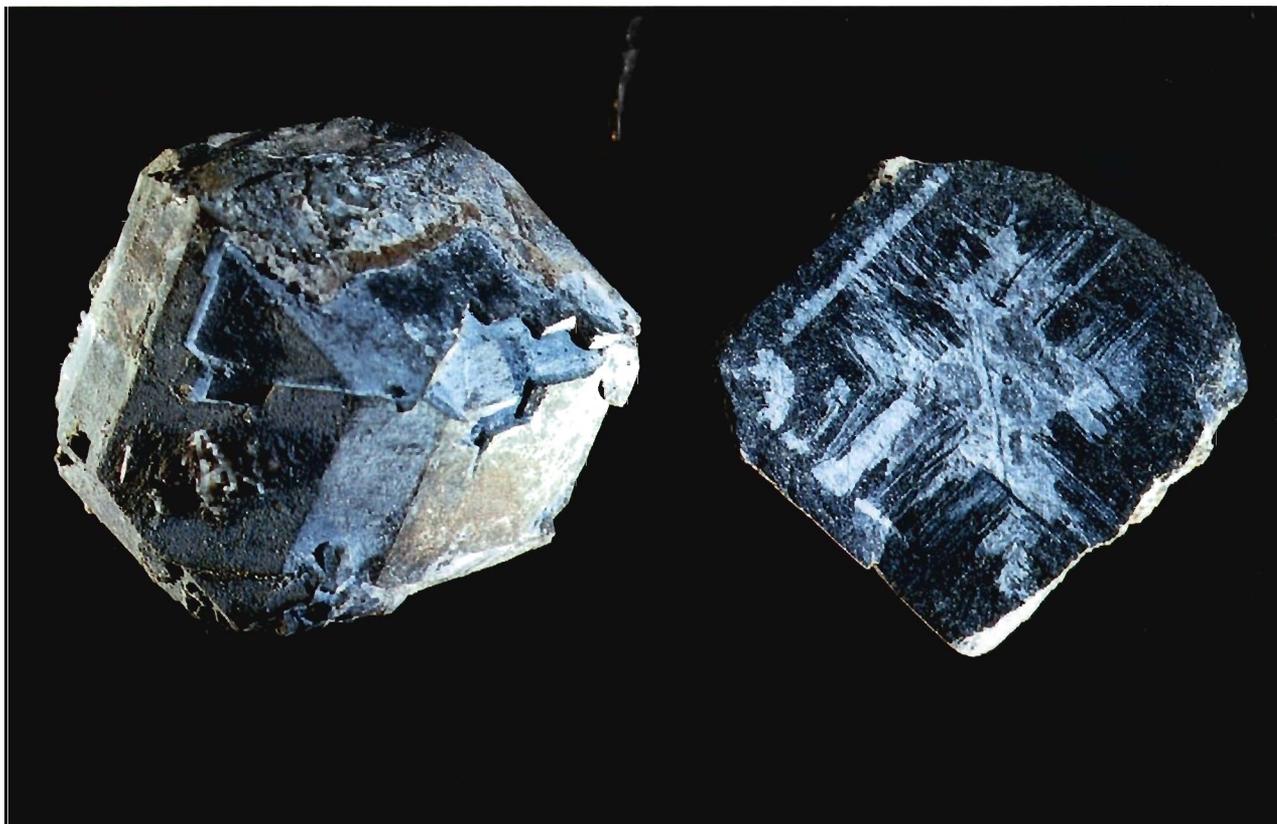




⇔ 61. Массивный **содалит** (образец 3 x 1.8 см). Северный карьер.  
Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.

⚡ 62. Гексагонально-призматические кристаллы (до 1.5 см) **канкрисилита** на полево м шпате. Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.

⚡ 63. Псевдоморфозы **натролита по содалиту(?)** — целый кристалл (5 см) и сечение другого кристалла. Коллекция А.С.Подлесного (№ 342).  
Фото: М.Лейбов.





⇨ 64. Сросток (9 x 7 см) кристаллов натролита.  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 503).  
Фото: М.Лейбов.

⇩ 65. Сросток (6 x 5 см) кристаллов натролита.  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 427).  
Фото: М.Лейбов.





† 66. Деформированный и регенерированный кристалл (9 см в длину) натролита. Коллекция В.Н.Яковенчука. Фото: М.Лейбов.



† 68. Сrostок футляровидных кристаллов (крупный — 10,5 см в длину) натролита. «Макинавитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 512). Фото: М.Лейбов.

‡ 67. Сrostок (2 мм) кристаллов кальборсита на щетке мерлиноита. Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.



‡ 69. Кристаллы (до 7 мм) амичита на натролите. Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.





⇧ 70. Кристалл (6 x 4 мм) **амичита** на натролите.  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 426). Фото: Н.Пекова.

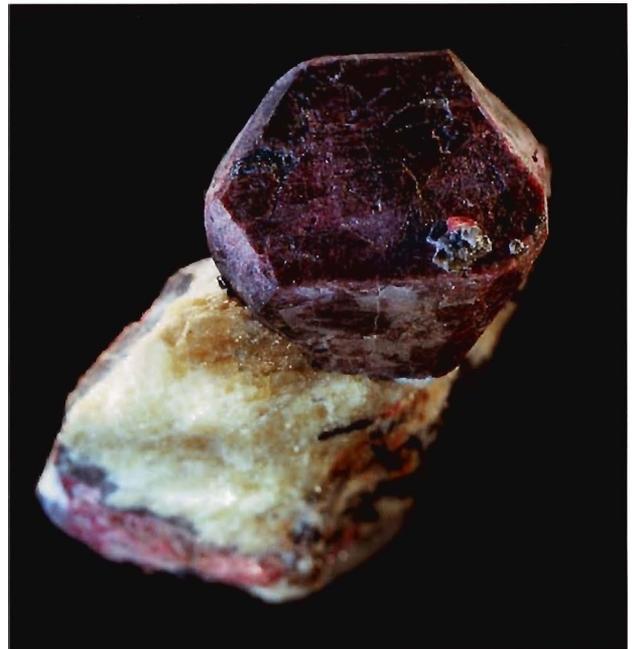


⇧ 72. Двойник (8 x 4 мм) **амичита** на натролите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 429). Фото: Н.Пекова.



⇧ 74. Псевдооктаэдрический кристалл (1.5 мм) **гоббинсита** с оранжевым **цепинитом-К** на микроклине. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 946). Фото: Н.Пекова.

⇧ 71. Кристалл (3.2 x 2.7 см) **эвдиалита** из апатитовой породы. Коллекция А.С.Подлесного (№ 553). Фото: М.Лейбов.



⇧ 73. Кристаллы **эвдиалита**, покрытые корочкой серого вадента, в апатитовой породе (образец 4 x 2 см). Коллекция В.Г.Гришина. Фото: Н.Пекова.





☞ 75. Кристаллы (самый крупный — 1 см) **эвдиалита** в апатитовой породе. Северный карьер. Коллекция А.С.Подлесного (№ 552). Фото: Н.Пекова.

☞ 76. Кристалл (3 мм) **эвдиалита** с магнилоарфведсонитом и натролитом. «Комаровитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 825). Фото: Н.Пекова.

☞ 77. Сrostок темно-коричневых кристаллов (крупный — 4 x 2 мм) **илерита** на микроклине, с желтоватым апатитом. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 794). Фото: Н.Пекова.

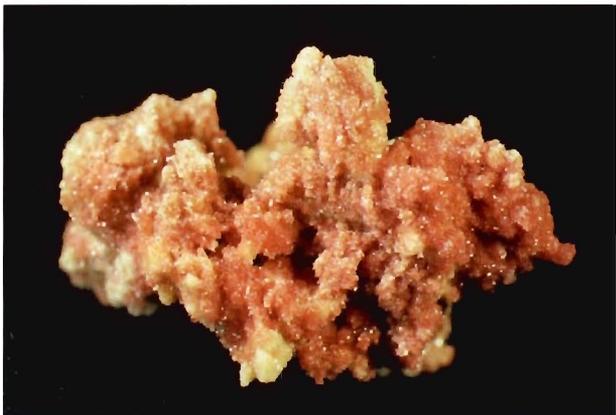
☞ 78. Сrostок (3 мм) коричневых кристаллов **эльпидита** с эпитаксически нарощими оранжевыми кристалликами **цепинита-К**; на микроклине. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 966). Фото: Н.Пекова.

☞ 79. Кристаллы (2 мм) **пятенкоита-(Y)** и обособления черного битума на микроклине. Коллекция А.С.Подлесного (№ 447). Фото: Н.Пекова.





♣ 80. Сросток (4 мм) кристаллов **эльпидита** на микроклине. «Илеритовое». Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.



♣ 82. Щеточка мелких розовых кристаллов Sr-содержащего **ненадкевичита** на микроклине (образец 2 x 1.2 см). «Беловитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 362). Фото: Н.Пекова.



♣ 83. Кристаллы (4 мм в длину) **лабунцовита-Mg** на натролите. Коллекция И.В.Пекова. Фото: М.Богомолов.

♣ 81. Кристаллы (до 3 мм в длину) **ненадкевичита** на щетке микроклина. «Илеритовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 803). Фото: Н.Пекова.



♣ 84. Красные кристаллы (до 3 мм) **лабунцовита-Fe** и их параллельные сростки с коричневым **нескелларитом-Fe**; на кальците. Коллекция А.С.Подлесного (№ 904). Фото: Н.Пекова.



↑ 85. Щетка мелких красных кристаллов лабунцовита-Fe на полевом шпате (образец 5.5 x 4 см). Северный карьер. Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.



↑ 87. Сноповидные сростки (до 2 см в длину) призматических кристаллов леммлейнита-Ва среди сферолитов раитоподобного минерала. Коллекция А.С.Подлесного (№ 142). Фото: Н.Пекова.



↑ 89. Призматические кристаллы (8 мм в длину) цепинита-Na на натролите. Коллекция А.С.Подлесного (№ 218). Фото: Н.Пекова.

86. Сросток кристаллов цепинита-Na (образец 1.5 см). Коллекция А.С.Подлесного (№ 774). Фото: Н.Пекова.



88. Кристалл (7 мм в длину) нескеварайта-Fe на кальците. Коллекция А.С.Подлесного (№ 944). Фото: Н.Пекова.



⇨ 90. Полная псевдоморфоза лоренценита по кристаллам мурманита (образец 3 x 2.5 см). «Комаровитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 823). Фото: М.Лейбов.



⇨ 92. Чешуйчатый агрегат магнезиоастрофиллита с натролитом (образец 10 x 7 см). Саамский карьер. Коллекция А.С.Подлесного (№ 572). Фото: М.Лейбов.



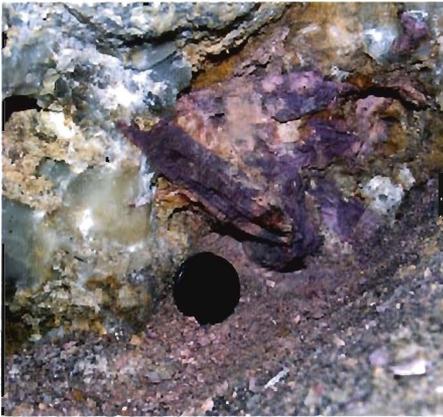
⇨ 92. Сrostки кристаллов (до 2 мм в длину) виноградовита на полево шпате. Коллекция А.С.Подлесного (№ 513). Фото: Н.Пекова.



⇨ 93. Пучок игольчатых кристаллов (2 мм в длину) кукисвумита на щетке лабунцовита-Мп. «Кукисвумитовое». Коллекция И.В.Пекова. Фото: М.Богомолов.



⇨ 94. Полная псевдоморфоза мурманита по ломносовиту (образец 5 x 3.5 см). «Комаровитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 831). Фото: Н.Пекова.



↑ 95. Псевдоморфозы **Na-комаровита** по вуоннемиту (сиреневое гнездо 25 см в поперечнике). «Беловитовое» (фото в стенке подземной выработки). Фото: Н.Пекова.

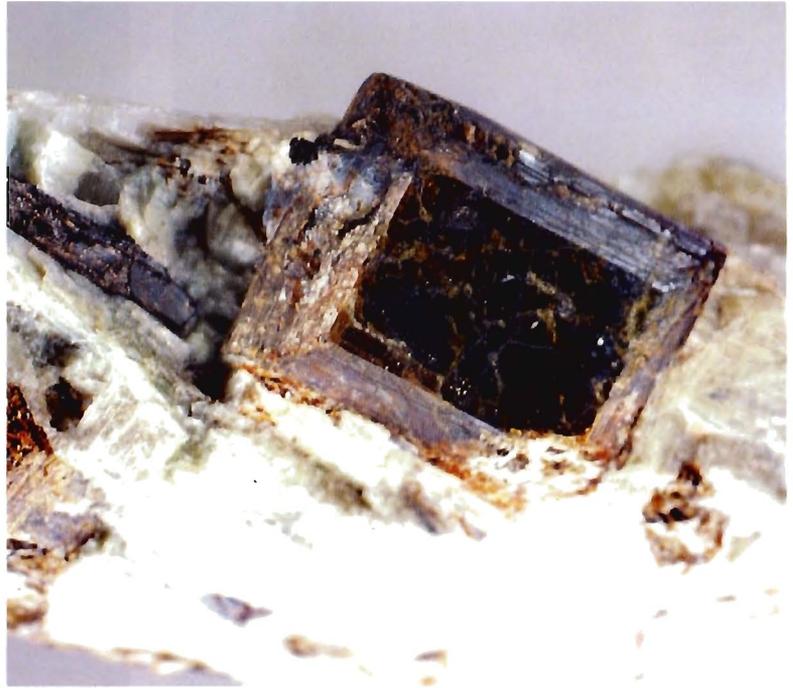


↑ 97. Сrostок (1.5 мм) тетраэдрических кристаллов **набафита**. Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова.



↑ 99. Кристалл (6 x 5 мм) **беловита-(La)** на натролите. «Беловитовое». Коллекция И.В.Пекова. Фото: Н.Пекова

↓ 96. Кристалл (17 x 14 мм) **ферсманита** на пектолите. Коллекция В.Г.Гришина. Фото: Н.Пекова.



↓ 98. Псевдоморфоза комаровита по сrostку кристаллов вуоннемита (образец 2.5 x 2 см). «Комаровитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 817). Фото: Н.Пекова.





↑ 100. Кристалл (5,4 x 1,2 см)  
фторапатита. «Комаровитовое».  
Коллекция А.С.Подлесного (№ 826).  
Фото: М.Лейбов



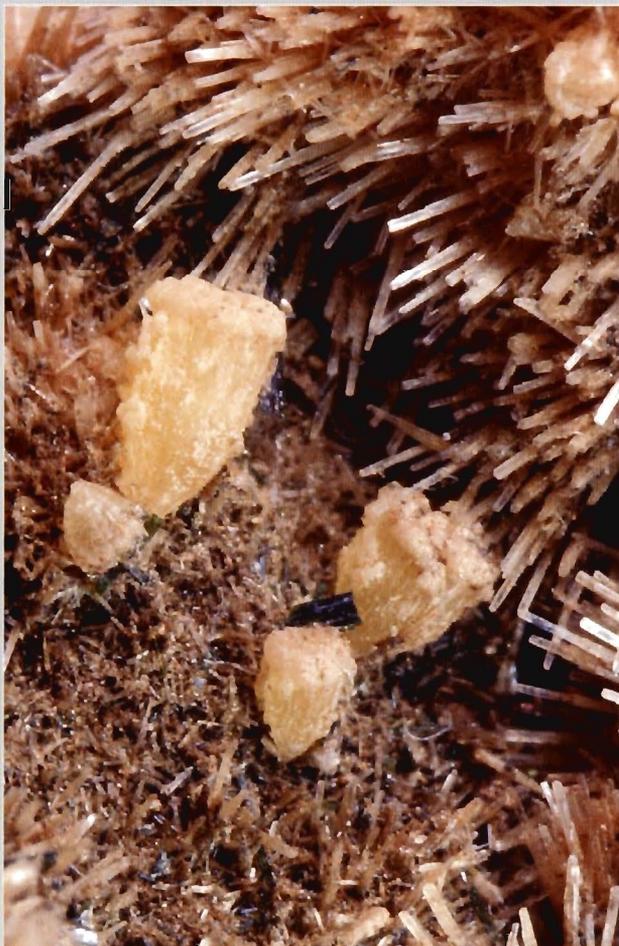
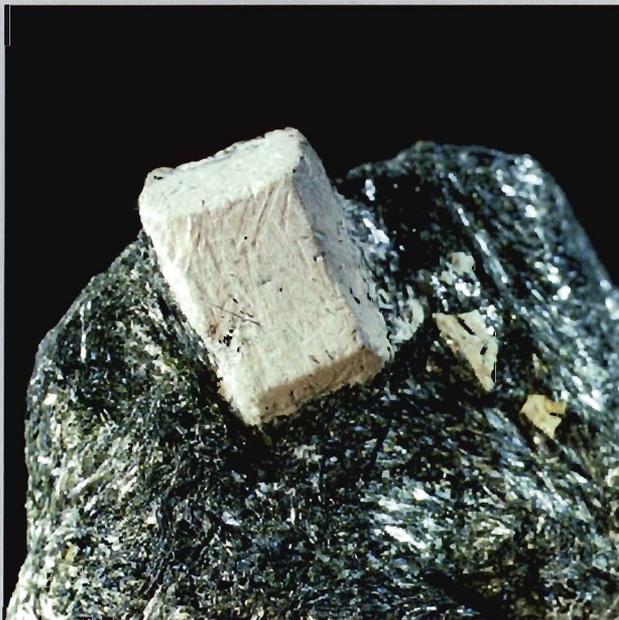
↑ 101. Сrostок (3,5 x 1,7 см) кристаллов барита.  
Коллекция И.В.Пекова.  
Фото: Н.Пекова



↑ 102. Кристалл (13 x 4 мм) беловита-(Се) и белая псевдоморфоза гейдоннеита по эвдиалиту в натролите. «Беловитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 382). Фото: Н.Пекова.



↑ 103. Округлое обособление (1,5 см) бонштедтита, сложенное мелкими пластинчатыми кристаллами, на анальциме. Содовый кварцлаг. Коллекция А.С.Подлесного (№ 376). Фото: Н.Пекова



↻ 104. Псевдоморфоза лабунцовита-Мп по кристаллу (1 × 0.6 см) ферсманиита; среди эгирина. Коллекция А.С.Подлесного (№ 886). Фото: Н.Пекова.

⚡ 105. Псевдоморфоза калиевого полевого шпата и натролита по содалиту (15 см в поперечнике). «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция Геологического музея КНЦ РАН (№ 5960/1). Фото: М.Лейбов.

↻ 106. Эпитаксическое нарастание многочисленных мелких желтовато-белых уплощенных и изометричных индивидов доннейита на желтые кубкообразные кристаллы (до 3 мм) маккельвиита. «Доннейит-маккельвиитовое». Коллекция А.С.Подлесного (№ 360). Фото: Н.Пекова.

⚡ 107. Эпитаксическое нарастание желтого виноградовита на темно-коричневый лоренцит; в натролите (образец 3.5 см). Коллекция А.С.Подлесного (№ 506). Фото: Н.Пекова.





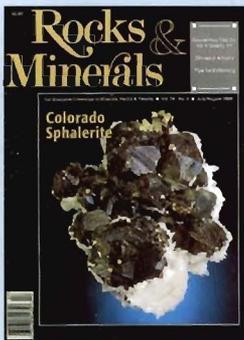
**SUBSCRIBE to the NEW  
MINERAL NEWS**

© фото Jeffrey G. Weissman info@pyromorphite.com

**Подпишись на новую газету для коллекционеров "Новости о минералах"** публикуется ежемесячно на английском языке и представляет материалы о новых находках, новых минеральных видах. Стоимость подписки на год — 56 долларов США, доставка авиа почтой.

В России подписку можно оформить через редакцию Минералогического Альманаха: телефон/факс (095)–203 3574 minbooks@online.ru www.minbook.com

**Старейший и популярнейший американский минералогический журнал  
Rocks & Minerals**



Начиная с 1926, журнал Рокс энд Минералс (Rocks and Minerals) публикует интересные статьи по минералогии, геологии и палеонтологии. Каждый номер представляет довольно широкую палитру тем и фактов — рассказы о сборах минералов, обзор новых публикаций, практические советы для коллекционеров, репортажи о новых находках и новейших открытиях, отчеты о минералогических выставках и конференциях и многое другое...

Выходит один раз в два месяца на английском языке (6 номеров в год). Стоимость подписки на год — 63 доллара США, подписку можно начать с любого номера.

Подписку можно оформить в России через редакцию Минералогического Альманаха: телефон/факс (095)–203 3574 minbooks@online.ru www.minbook.com

**Юкей Майнинг Вентурес**



**UK Mining Ventures**

**классический английский флюорит из шахты Рогерли (Rogerley Mine)**

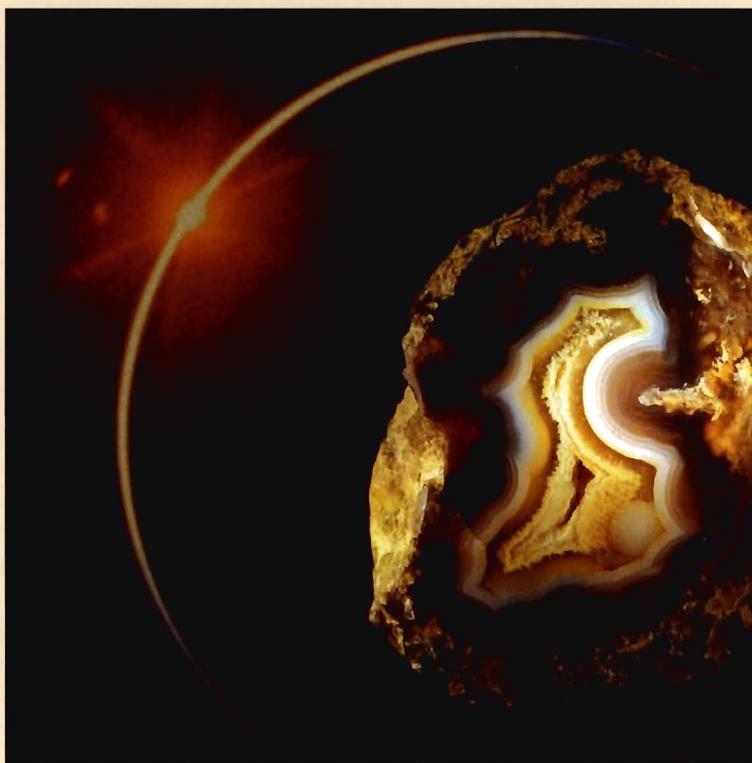
участвуем в главных выставках Европы и США — Тусон, Сан-Мари, Денвер, Мюнхен

веб-сайт  
www.UKMiningVentures.com

**e-mail адрес для контактов  
jesse@ukminingventures.com**

# Минералогический Альманах

выпускает полноцветные минералогические  
книги, журналы, календари для коллекционеров  
минералов, минералогов, работников музеев,  
любителей камня



проводит фотосъемку минералов, произведений  
камнерезного и ювелирного искусства

телефон/факс (095) 203-3574  
[www.minbook.com](http://www.minbook.com), [minbooks@online.ru](mailto:minbooks@online.ru)

# AUSROX and Associates Аусрокс и партнеры

МИНЕРАЛЫ, ОКАМЕНЕЛОСТИ, МЕТЕОРИТЫ, ОПАЛЫ, ЗОЛОТО  
ИЗ АВСТРАЛИИ



**Robert Sielecki**

42 HEX STREET, TOTTENHAM, MELBOURNE, VIC. 3012 AUSTRALIA. Телефон: 61 3 9314 9612, Факс: 61 3 9315 1819; ausrox@bigpond.com

## Пятая Международная конференция "Минералогия и Музеи", Париж, Франция Mineralogy & Museums 5, Paris, France Сентябрь 5-8, 2004

Адрес для корреспонденции:

Доктор Лидия Туре (Dr. Lydie Touret)

Musee de Mineralogie,

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris 60,

Boulevard Saint Michel 75006 Paris FRANCE

Tel: 33 1 40 51 91 43

Fax: 33 1 46 34 25 96

email: [lydie.touret@ensmp.fr](mailto:lydie.touret@ensmp.fr)

Лучшие американские выставки  
минералов и фоссилий

# 2004 Минералогические выставки Мартина Зинна

**\* 13–15 АВГУСТА – WEST SPRINGFIELD, MA**  
**EAST COAST GEM, MINERAL & FOSSIL SHOW**  
Eastern States Exposition

**\* 15–19 СЕНТЯБРЯ – DENVER, CO**  
**COLORADO MINERAL & FOSSIL SHOW**  
“Fall Show”  
Holiday Inn – Denver North

**\* 17–19 СЕНТЯБРЯ – DENVER, CO**  
**COLORADO FOSSIL EXPO**  
Plaza Annex, Merchandise Mart

**\* 12–14 НОЯБРЯ – COSTA MESA, CA**  
**WEST COAST GEM & MINERAL SHOW**  
Holiday Inn – Costa Mesa

*«СПАСИБО дилерам, коллекционерам, работникам музеев и  
всем, влюбленным в камень, всем, благодаря кому наши  
выставки имеют огромный успех*

*Мартин Зинн*



## MARTIN ZINN EXPOSITIONS, L.L.C.

P.O. Box 999 • Evergreen, CO 80437–0999  
Fax (303) 674–2384 •  
E-mail: mz0955@aol.com • website:  
<http://mzexpos.com>

### Эксклюзивные и музейные образцы

Кристаллы драгоценных камней  
Минералогические образцы  
Огранка редких минералов

## H. OBODDA

Post Office Box 51  
Short Hills, NJ 07078-0051

Telephone: 1.973.467.0212

E-mail: [minerals@obodda.com](mailto:minerals@obodda.com)

[www.obodda.com](http://www.obodda.com)

Constantly receiving new material



### Рекламодатели

Аусрокс и партнеры	i-3
Газета “Минералогические новости” ( <i>Mineral News</i> )	i-1
журнал “Рокс энд Минералс” ( <i>Rocks &amp; Minerals</i> )	i-1
Минералогические выставки Мартина Зинна	i-4
Издательство Минералогический Альманах	i-2
Ободда (Obodda, H.)	i-4
Пятая Международная конференция “Минералогия и Музеи”, Париж, Франция	i-3
Юкей майнинг вентурес	i-1

