

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

II

4-156-17

11-149

БИБЛИОТЕКА
Минералогического музея
Академии Наук СССР

ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
1927

Мавриш

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

ACADÉMIE DES SCIENCES
DE L'UNION DES RÉPUBLIQUES SOVIÉTIQUES SOCIALISTES

TRAVAUX DU MUSÉE MINÉRALOGIQUE

II

PUBLIÉ PAR
L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS
LENINGRAD. 1927

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

II

51-15

ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
1927

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
Апрель 1927 г.

Непременный Секретарь академик С. Ольденбург

Редактор издания академик А. Ферсман

Начато набором в сентябре 1926 г. — Окончено печатанием в апреле 1927 г.

2 тит. л. + II + 135 стр. (23 рис.) + 3 отд. табл.

Ленинградский Гублит № 27270. — $8\frac{7}{8}$ печ. лист. — Тир. 850 экз.
Тип. Изд. Сев.-Зап. Промбюро ВСНХ. Ленинград, Тучкова наб., 2.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
П. Н. Чирвинский. Николай Арсеньевич Орлов (с 1 отд. табл.)	1
Биографические сведения	—
Работы по редким землям	3
Работы по химии других мало распространенных химических элементов	13
Получение голубой или зеленой серы	18
Исследование вод и минеральных грязей	19
Химические исследования минералов и горных пород	22
Из области незаконченных работ Н. А. Орлова	29
Список печатных работ Н. А. Орлова, химического и минералогического характера	32
Л. Л. Солодовникова. Бариты Тюя-Муюнского радиевого рудника (с 17 рис.)	37
Главная рудная жила	39
Жила № 4	71
Жила № 7	76
Академическая жила или жила № 2	77
Большая Баритовая пещера	78
Жила № 3	88
Результаты.	89
А. Н. Лабунцов. Цеолиты Хибинских и Ловозерских Тундр.	91
Анальцит	—
Шабазит	99
Гейландит	—
Мезолит	—
А. Е. Ферсман. К минералогии пегматитовых жил Среднего Урала (с 5 рис. и 2 отд. табл.)	101
Введение	—
Общий обзор кристаллов топаза Мурзинки	102
III тип кристаллов и формы его разъедания	110
IV тип топазов Мурзинки и их парагенезис	121

	Стр.
А. В. Шубников. Шлифовка сферических поверхностей вращающейся трубкой (с 1 рис.)	125
Шлифовка шаров	—
Шлифовка линз	—
Список печатных работ, связанных с деятельностью Минералогического Музея и его Научного Клуба за 1926 год.	131

SOMMAIRE

	Page
P. Čirvinskij. Nicolas Orlov (avec 1 pl. hors texte) . . .	1
L. Solodovnikova. Les barites de la mine radifère de Tiuja- Mujun (avec 17 fig.)	37
A. Labuncov (A. Labountzow). Les zéolithes des Monts Chibines et Lujawrurt en Laponie russe	91
A. Fersmann. Sur la minéralogie des filons de pegmatite de l'Ural Central (avec 5 fig. et 2 pl. hors texte). .	101
A. Šubnikov. L'adoucissement des surfaces sphériques au moyen d'un tube tournant (avec 1 fig.)	125
Liste des ouvrages publiés en 1926 par les collaborateurs du Musée Minéralogique et les membres de son Associa- tion Scientifique	—





Н. А. ОРЛОВ

(род. 18 ноября 1870 г., ум. 14 января 1919 г.)

Николай Арсеньевич Орлов.

П. Н. Чирвинского.

(Представлено академиком А. Е. Ферманом в заседании Президиума Академии Наук СССР 19 августа 1926 года).

Биографические сведения.

Врач Николай Арсеньевич Орлов скончался от сыпного тифа 14 января 1919 года в г. Пятигорске. Здесь он служил в качестве старшего врача Управления Минеральных вод и, по просьбе Союза врачей, в середине декабря 1918 года согласился заменить двух заболевших коллег в двух заразных лазаретах. 1-го января он заболел, а через две недели его не стало. Оборвалась жизнь замечательного человека и исследователя, которого за границей умели больше ценить, нежели у нас, на родине. К сожалению, я никогда лично не был знаком с покойным, но научная и духовная наша близость установилась с 1910 года, с какого времени мы состояли в переписке и выполнили некоторые совместные научные работы. Еще больше планов было на будущее.

В послужном списке Н. А. значится следующее. Статский советник Н. А. Орлов родился 18 ноября 1870 года. Окончил Казанский Университет в 1896 году по медицинскому факультету и определен на должность лаборанта при кафедре фармации и фармакогнозии; 25 ноября 1897 года определен врачом-интерном при Имп. СПб. Воспитательном Доме. 29 сентября 1898 года уволен, согласно прошению, и 8 октября 1898 года возвратился на должность лаборанта при кафедре фармации Казанского Университета. 21 марта 1903 года причислен к Министерству Земледелия и Государственных Имуществ с откомандированием в распоряжение директора Старорусских Минеральных вод. 2 января 1904 года призван из запаса на действительную военную службу и пробыл на войне

с Японией по 14 января 1906 года, после чего опять служил санитарным врачом на Старорусских водах по 10 апреля 1908 года, когда был откомандирован в распоряжение директора Кавказских вод. 15 мая 1909 года назначен врачом Управления Кавказских Минеральных вод. Жюри Международной Выставки в Спа (Бельгия) присудило Н. А. за сотрудничество на этой выставке диплом на золотую медаль. До 1914 года Н. А. служил старшим врачом Кавказских вод и во время отпусков и командировок многократно исполнял обязанности директора Кавказских вод. 18 июля 1914 года призван на действительную службу в войне с Германией, где сначала был старшим врачом 21-й Парковой Артиллерийской бригады в составе 3-го Кавказского корпуса, а затем главным врачом Перевязочного отряда и 18 февраля 1918 года уволен от действительной службы в войсках. После войны вернулся на службу старшим врачом Управления Кавказских Минеральных вод.

Врач по профессии, Н. А. был в то же время выдающийся химик-аналитик, посвящавший аналитическим работам все свои досуги. Из письма жены Н. А., писанного после его смерти, я неожиданно узнал, что Н. А. оставил рукописи по литературе, что на фронте в часы досуга он писал рассказы, излагал свои думы и впечатления. Его жена предполагает собрать все его сочинения и издать отдельной книгой.

Н. А. создал свою собственную химическую лабораторию, причем работы с плавиковой кислотой, за неимением хорошей тяги, приходилось вести на открытом воздухе. Вот, что он писал мне на этот счет 15 сентября 1911 года: „Я располагаю только вечерами и праздниками; с некоторыми определениями буду спешить, чтобы окончить их до наступления холодов, напр. работы с HF, которые зимой мне очень затруднительно производить, а теперь я могу их вести на веранде квартиры“. „Казенной лабораторией я не могу пользоваться, имея в распоряжении только вечернее время: пришлось бы совсем бросить свой дом“.

Н. А. никогда не жаловался на свою судьбу, но в письме от 30 мая 1912 года уже звучат жалобные ноты. Он пишет: „С каждым годом прибавляется работы по службе, и не медицинской или научной, а канцелярской и административной, и притом в таком масштабе, что я часто подумываю об уходе отсюда и замечаю иногда в себе признаки начинаю-

щейся неврастении“. „Так как летом ежедневно у меня с 9 до 3 час. выдача бесплатного и льготного лечения на все курорты и вообще переговоры с публикой, то каждый сезон все более и более подаюсь со стороны нервной системы, потому что при моем мало общительном характере такое насильственное общение с капризной, вздорной и кляузной публикой является прямым ядом для мозга“.

Такова в кратких чертах судьба этого неутомимого химика-аналитика, не только всегда глубоко и всесторонне разрешавшего трудные задачи химического анализа, но пытавшегося проникнуть, как это мы увидим из дальнейшего изложения, и в более общие проблемы химии, геохимии и генезиса минералов.

Работы по редким землям.

Как известно, редкие земли представляют много интересного как для химика, так и для физика, минералога и техника. При анализе их встречается много трудностей, отчего аналитиков, хорошо знающих редкие земли, во всех странах чрезвычайно мало. Из русских исследователей, пожалуй, можно назвать одного Г. П. Черника, авторитета в этой области. Как и Г. П. Черник, Николай Арсеньевич не принадлежал к группе патентованных ученых и специалистов. Из своих многочисленных анализов по редким землям он сравнительно мало что публиковал, и лишь частная моя переписка с ним вскрывает, насколько он был занят этого рода вопросами. Так, в письме от 14 мая 1913 года Н. А. пишет: „Последний циннвальдский вольфрамит, который я переработал на скандий, содержал рядом со Sc и Th не иттриевые, а цериевые земли“. Н. А. получил платиноцианистую водную соль скандия, причем последний был им выделен из циннвальдского вольфрамита. Он первоначально полагал, что красная и желтая соль являются диморфной разностью одного вещества, а не отличаются по количеству воды, как это принял я на основании кристаллооптического исследования его препаратов.¹ Объективности ради можно прибавить, что Н. А. „при опытах с нагреванием сухой соли на часовом стекле получал произвольное число раз пожелтение соли при нагревании и покраснение при охлаждении (до t 10°C и ниже); если бы выделялась вода явление не было бы

¹ См. P. Tschirwinsky, Zeitschr. f. Kryst., 1913, Bd. LII, Heft 1.

обратимым“. Н. А. приготовил также соли иттрия и лантана: $Y_2[Pt(CN)_4]_3 \cdot 21H_2O$ и $La_2[Pt(CN)_4]_3 \cdot 21H_2O$.¹ Желтая соль скандия приготовлена им впервые. Я интересовался иметь для кристаллооптического исследования кристаллическую окись скандия и получил в ответ следующее: „кристаллизовать Sc_2O_3 , повидимому, не удастся, получается очень тонкий порошок“ (10 мая 1912 года).

Окиси этой он выделил около 0,3 г из 300—400 г вольфрамита из Циннвальда. Далее, интересен такой отрывок из его письма от 8 марта 1911 года: „Вы, вероятно, уже читали, что Крукс и Эберггард обнаружили широкую распространенность скандия; до 0,15% Sc_2O_3 найдено в вольфрамитах Циннвальда и Рудных Гор, притом лишь с малой примесью других редких земель“. „Это — крайне редкое явление для Се-У — элементов“. „Я исследовал 1 килограмм остатков от вольфрамового производства (entworfamite Zinnschlackenrückstände) одной прусской фабрики, но Sc и Th не нашел“. „Очевидно, Sc только в Zinnwald'e и Erzgebirge“. „Теперь я веду переговоры с другой фабрикой поближе к Саксонии“.² Другой источник Sc, указанный Круксом — финляндский минерал виикит, где скандий находится в менее удобном виде для выделения его, именно с большими количествами Th, Y, Yb и др., но зато в количествах до 1,3%. При содействии моего коллеги профессора П. П. Сушинского, Николаю Арсеньевичу в конце 1911 года были посланы образцы виикита и ортита из Импилахти в Финляндию, исследованием которых он и занялся. 26 ноября 1911 года он мне пишет, между прочим, следующее: „Крайне интересной работы с этими минералами мне хватит (вместе с другими работами) до самого лета“. „Повидимому удастся объяснить противоречие, почему Крукс находил в вииките Sc, а Винтер нет; по образцам видно, что виикит имеется в трех разностях: 1) черный, как эвксенит, 2) светло-оливковый и 3) черный, резко сланцеватый“. „А может

¹ Эту соль я испытал в лучах радия. Она оказалась сильно фосфоресцирующей (наблюдение не опубликовано).

² Подробнее об этом и о результатах анализа вольфрамита из Циннвальда — в его заметке помещенной в *Chemiker Zeitung*, 1912, № 145, p. 1407. В письме от 9 сентября 1911 г. он пишет определеннее: „из одного кило вольфрамитовых остатков с фабрики Мерка и из 1 кило таких же остатков с другой фабрики в Ганновере не получил и следа Sc и Th“.

быть Крукс принимал за виикит своеобразный ортит Impilahti, в котором скандий найден R. J. Meyer'ом“. „Образцы прекрасные, и если бы во мне не преобладал аналитик над коллекционером,¹ я бы пожалел разбивать и толочь куски“.

7 ноября 1911 года Н. А. писал мне: „Глубокоуважаемый Петр Николаевич! Получил эвксенит, за что и приношу Вам благодарность.² Мне одинаково интересно и добыть скандий для солей и искать его, потому что способы теперь очень разработаны“. „В ортите, иттротитаните (кейльгауите), клевете я его не нашел; в вольфрамите Циннвальда он очень хорошо определяется“. „Ортит у меня был от Мерск'а очень богатый торием, вероятно, смешан с другим минералом“. „Хочу достать у Крыжановского урал-ортита и эшинита, а также Баевского — вольфрамит и циннвальдит, в котором В. И. Вернадский заметил линии галлия“.³

Из письма от 17 ноября 1911 года привожу следующий отрывок: „Скандия в эвксените (по новым способам определения R. Meyer'а) я нашел много больше против цифр Ruebe и Нильсона, именно почти 0,1% (у Ruebe 0,003 — 0,01%, но присутствие больших количеств Th и Ce, чего нет в вольфрамите, сильно вредит точности отделения)“.

Из письма от 2 декабря 1912 года заимствую следующее: „Ортит из Импилакса крайне интересен; в общем мой анализ уклоняется от анализа R. J. Meyer'а (Zeitschrift f. anorg. Chem. 1911), но скандий там нахожу и я без затруднения, а это весьма любопытно: совершенно верно положение Meyer'а, что в этом ортите мы имеем ассоциацию Sc не с иттровыми землями, какъ обычно, а с цериевыми по преимуществу. Анализ земель таков:

	Meyer.	Орлов.
Окиси скандия	0,80%	0,13%
Окиси тория	1,32%	0,75%
Земель иттриев. и церев.	16,45%	14,58%“. ⁴

¹ Тем не менее Н. А. располагал очень недурной коллекцией минералов, собранной им частью лично, главным же образом путем покупок и обмена.

² Я послал ему образчик из Арендала.

³ Я сам интересовался вольфрамитом и циннвальдитом из Баевки. Оба эти минерала удалось достать в 1914 г. через студ. К. М. Иванова, ездившего на Урал. Я думал ввести их в совместную с Н. А. работу, но этому уже не суждено было осуществиться.

⁴ См. P. Tschirvinsky. Centralbl. f. Mineral., etc., 1922, p. 257.

„Разница очень понятна, если уж доходит до того, что в вииките Крукс находит $1,2^0/0$ Sc_2O_3 , а Винтер вовсе не находил: очевидно, главную роль играет место нахождения кусков“. „Всех виикитов я еще не исследовал (черный виикит Sc не содержит, а только Th)“. „Предсказание Вернадского о возможности нахождения Th в финляндских ортитах, я бы сказал, очень даже не рискованно: мне не попадалось ни одного ортита, где бы не было тория“. „У меня постепенно накапливается материал по редко-земельному вопросу, и пока решительно не знаю, как бы его использовать: для химического журнала слишком минералогично, для минералогического журнала слишком химично“.

Примерно в 1913 году я послал Н. А. для анализа небольшое количество ортита из гранита южно-русской кристаллической полосы, найденного Н. И. Безбородько. Н. А. не мог вполне очистить ортит от гранита и биотита, но все же нашел следующие не лишние интереса цифры: кремнезема и силикатов 48,40, глинозема и окиси железа 24,20, окиси кальция 9,92, окиси церия 4,61, окисей дидима и лантала 4,66, окисей иттрия и эрбия 3,42 и воды 1,07. Цифры эти до сих пор опубликованы не были и представляют собою первый опыт анализа ортита наших южных гранитов, где ортит, по новейшим наблюдениям Н. К. Мещенко, является широко распространенным.

Я приведу еще нижеследующие отрывки из писем Н. А.

Из письма от 13 февраля 1912 года: „В церитовых землях виикита, повидимому, порядочно самария или гадолиния, еще не разобрал пока“. „В черном вииките, кажется, имеется случай нахождения почти чистых иттриевых земель без цериевых, точно нарочно очищенных от цериевых земель и тербия“. „Я постараюсь прочесть источники о вииките, если достану их“. „Кусок, где оливковый минерал был сроцен с черным резко-сланцеватым виикитом, при разбитии показал еще третий вид: мясо-красный, сильно спайный минерал, вроде полевого шпата, очень похожий на ксенотим“.

Из письма от 6 февраля 1912 года: „Теперь я вожусь с иттровыми землями виикита и марганцевого гравата из Cararfvet'a (в Швеции), содержащего иттрий“. „Гранат этот прекрасный пример дифференцировки земель: цериевых земель в нем нет вовсе, а иттрий почти чистый с ничтожной примесью эрбия и совершенно без тербия“. „И земли виикита любо-

пытны; здесь порядочно эрбиевой земли, но совершенно без тербия, и имеет она розоватый цвет, какой обычная окись эрбия получает только после долгой фракционировки“. „У меня было около 0,5 гр. отобранных вкрапленников авгита из Бештау“. „В. М. Дербиз находила там алланит, но А. П. Герасимов думает, что она приняла за алланит поперечные срезы арфведсонита“. „При самом тщательном анализе 0,5 авгита я не нашел следов церия, так что алланит мне очень сомнителен“.¹

Из письма от 27 марта 1914 года: „Меня очень заинтересовало Ваше сообщение об Алексате“.² „Когда здесь был Аршинов,³ он говорил мне, что Алексат, между прочим, добивается выделить холмий и диспрозий из уральских ниобатов, и я все собирался списаться с ним, но опоздал“.⁴ „Поражаюсь разделительной силой многосотенных дробных кристаллизовок этих сульфатов эрбия; я хотел этим же путем проверить неразлагаемость некоторых элементов, напр., Th, U и Mn (курсив мой П. Ч.); может быть, даже и займусь этим, между прочим, так как это не сложная и быстрая по манипуляциям, но только длительная работа и может производиться незаметно между другими работами“. „Если элементы как-нибудь и можно разложить, то я думаю, что только этим путем, введя в дело «большие числа» и «щедрое время»“.

Из письма от 15 сентября 1911 года: „Ваш взгляд на происхождение земель Y—Ce мне кажется правдоподобным;⁵ эта хамелеонада редких земель как-то невольно заставляет думать о недавнем творении ее; одно время даже склонны были предполагать, что при нашей работе элементы эти воз-

¹ Ср. еще Н. А. Орлов. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1911, т. XIII, вып. 1—2, стр. 32.

² Речь идет о П. К. Алексате, этом замечательном, мало известном и оцененном официальной наукой исследователе, ничего не публиковавшем из своих анализов и бывшем тем не менее, судя по отзывам многих лиц, одним из главных учителей ряда молодых минералогов Московского Университета в бытность там акад. В. И. Вернадского. По своей скромности, необыкновенному трудолюбию и точности работы Алексат имеет много сходного с Николаем Арсеньевичем.

³ В. В. Аршинов — московский петролог и минералог.

⁴ П. К. Алексат умер в 1913 году. Некролог В. И. Вернадского см. Русская Мысль, 1913, кн. XII.

⁵ Мое объяснение давалось в духе закона Гольдшмита (см. Зап. Киевск. О-ва Ест., 1910, т. XXI, вып. 3).

никают один из другого; однако выделение Юрбеном (Urbain) тербия и диспрозия, Ауэром и одновременно James'ом тулия, дающего зеленые соли, и в самое последнее время изолирование Holmberg'ом холмия (желтые соли) заставляют отказать от такого предположения, — вернее, что мы еще не умеем их разлагать“. „По так как выделение холмия или тербия требует такого легендарного числа фракционировок, перед которыми фракционировки празеодимия или самария являются совсем легкой задачей, то действительно соглашаешься, что в природе не могло быть условий для повторных фракционировок“.

Из письма от 18 февраля 1914 года: „Наконец, кажется, в этом году закончу свой 5-тилетний труд об эрбиевых землях, который упишется однако на 2 — 3 печатных страницах“. „Это чисто спортивный труд, рекорд терпения, чтобы не сказать слишком гордо, шедевр техники; вернее всего, что это популярная любительская работа“¹ (курсив мой Н. Ч.). „В конце концов при своих дроблениях я пришел к таким препаратам, которых не получал никто кроме Urbain'a“. „Окись эрбия у меня изменяет атомный вес при кристаллизациях лишь в десятых долях, от 167,3 до 167,5; соли диспрозия — с характерным зеленовато-желтым цветом, соли холмия — оранжево-желтые, перекись тербия темно-красно-бурая (обычно ее получают желто-бурой, только Urbain имел буро-черную), наконец и иттрий, кажется, абсолютно чист“. „Этилсульфат его получается у меня не в длинных, а в коротких призмах; впрочем кристаллографически это, вероятно, считается одним и тем же“. „Для группы тулия и иттербия мои приемы дробления, по видимому, не годятся“.

Из этого письма видно, что работа об эрбиевых землях им считается законченной или почти законченной. Между тем летом 1914 года Н. А. был призван в войска, и осталась ли готовой рукопись, сдана ли она куда-либо в печать, остается неизвестным.

¹ В одном из писем Н. А. писал мне следующее (12 ноября 1912 г.): „По характеру своего свободного времени и своей лаборатории я непременно должен вести одновременно несколько анализов или работ, чтобы не было пустых промежутков ожидания, и чтобы продуктивнее использовать свое время“. „Вот почему в запасе у меня всегда имеется фракционировка редких земель, но серьезного значения этой работе я не придаю и не жду от нее иных результатов, кроме пополнения своей химической коллекции“.

Насколько Н. А. располагал различными минералами для обмена, показывает случай с профессором J. H. L. Vogt'ом в Христиании. Последний был назначен, если не ошибаюсь, в 1911 году в новооткрывающееся высшее техническое заведение в Трондъем (Норвегия) профессором и директором. Так как ему приходилось организовать здесь минералогический и геологический кабинеты, то Vogt обратился к своим коллегам с циркулярным письмом, которое было получено и мною. В нем он просил о присылке минералов и руд в обмен на иттрофлюорит, описанный как новый минерал его сыном.¹ Минерал этот встречен был в большом количестве в пегматитовых жилах одного места Норвегии и был приобретен в собственность норвежским правительством. Минерал этот, по Th. Vogt'у необычно богат иттрием, отчего он решил его отмежевать от иттроцерита и др. Просьбу J. H. L. Vogt'a я передал Николаю Арсеньевичу, и он выслал ему образцы датолита с Машука, сурьмяную руду, казбекский кварц, некоторые образцы руд Кедабека и Дашкесана, уральский гельвин, циркон и „несколько манчжурских камней“.²

Профессор Vogt был настолько доволен посылкой, что отправил Н. А. очень хорошие штуфы с иттрофлюоритом, а также блемстрандит. Н. А. очень интересовался иттрофлюоритом: „Я исследую“, писал он мне 2 декабря 1912 года, „взаимоотношение отдельных земель; я бы сказал, что минерала этого давно недоставало, потому что следовало ждать фтористого соединения, богатого иттриевыми землями, раз есть фтористые соединения, богатые цериевыми“.

В открытке от 2 февраля 1912 года есть строчка, впоследствии им не развитая ближе, хотя я об этом просил и даже предлагал опубликовать общую заметку о Фогтовском иттрофлюорите (я его тоже получил в обмен и от Н. А.): „В иттрофлюорите, особенно белом, очень немного Y_2O_3 “.³

¹ Thorolf Vogt. Vorläufige Mitteilung über Yttrifluorit, eine neue Mineralspezies aus dem nördlichen Norwegen, Centralbl. f. Mineral., etc., 1911. p. 373 — 377.

² Очевидно—сборы во время японской войны, когда он был призван в войска.

³ Эта фраза, мною опубликованная в немецкой заметке, вызвала ответную заметку Th. Vogt'a в защиту справедливости своих исследований (Centralbl. f. Mineral., etc., 1923, № 22, p. 673).

К сожалению, работа эта дает лишь спектроскопический анализ, который ничего не говорит о том, действительно ли не имеются «иттрофлюориты»

Н. А. заинтересовался и меня заинтересовал цирконом (ауэрбахитом) из нефелинового сиенита Мариупольского у., куда я ездил с двумя студентами в 1916 г., когда Н. А. был уже на войне.

Анализ ауэрбахита, хотя и сделанный таким опытным аналитиком, как И. А. Морозевич,¹ едва ли может считаться окончательным. В частности, в кристаллах циркона, прекрасно ограненных, имеются многочисленные включения микролитов альбита; между тем при своем анализе Морозевич этого явления не учитывает, да и вся сумма (98,57) не оставляет для Na_2O , Al_2O_3 достаточно места. Я решил в ряде шлифов учесть этот альбит по способу Розиваля,² а Н. А., заинтересованный ауэрбахитом совсем с других точек зрения, должен был произвести его возможно полный и точный анализ.

В 1914 году он интересовался получить для анализа образцы сипилита, и, кажется, это ему удалось. Возможно, что анализ этот сохраняется в его посмертных бумагах. Интересовался им Н. А., вероятно, с той же точки зрения распределения отдельных редких элементов, о чем, например, можно догадываться по письму еще от 9 сентября 1911 года. Здесь он, между прочим, пишет следующее: „В природе оказываются разделенными

(а именно за таковые мы и получили их от отца Th. Vogt'a) очень бедные иттрием, как нашел Н. А. Молодой Vogt не нашел ничего более остроумного, как сделать полуирионическое, а по существу целое предположение, что у Н. А. может быть были куски богатые кварцем, и он это именно назвал «белым» иттрофлюоритом, каковой в действительности чисто белым не бывает, а имеет, например, светло-желтый цвет. Это последнее верно, но абсолютно не опровергает правильности анализа Н. А. Во всяком случае, и F. Zambonini нашел (1915) в том материале вдвое меньше иттрия, чем Th. Vogt. Может быть нам послан был, главным образом, не иттрофлюорит, а просто флюорит, но это не наша вина, и пусть по этому поводу Th. Vogt адресуется к J. Vogt'y.

По Vogt'y иттровых земель 17,35%.

¹ См. Зап. Сиб. Минер. О-ва, 1902, ч. 39, или Tsch. Min. Pet. Mitt., 1902, Bd. XXI, p. 242.

² Так как Морозевич нашел в этом цирконе U_3O_8 (0,33%), и так как вообще цирконы часто бывают радиоактивны, то я хотел испытать действие его кристаллов на фотографическую пластинку и бумагу. В частности, несколько кристаллов были положены на аристотинную бумагу и пролежали на ней более года. Никаких изменений однако не произошло. В 1914 году Н. А. было выслано 2—3 крупных кристалла этого ауэрбахита из коллекции Минер. Каб. Донск. Полит. Института. Может быть он и успел приступить к их анализу.

довольно точно такие элементы, какие в лаборатории разделяются с трудом: в вольфрамите скопились Os и Th; в урановой смоляной руде Sm и Dysprosium; в сипилите — преобладание празеодимия над неодимием и полное отсутствие церия, а также сильное преобладание эрбия над иттрием; в плумбониобате — скопление самария и гадолиния при малом содержании остальных иттриевых и церитовых элементов и т. д.“ „Очевидно природа искуснее нас в этой области,¹ потому что выделить, напр., Sm и Gd — задача нескольких тысяч фракционировок и то при удачных обстоятельствах“.

В письме от 7 октября 1911 года — когда Н. А. еще предполагал получить платиноцианюр скандия — интересно следующее место: „Получение этой соли дает возможность узнать, к какой группе относится элемент: к цериевым металлам, дающим труднорастворимые К — сульфаты (Ce, La, Pr, Nd, Sm), или к иттриевым (Y, Gd, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tu, Yb, Lu); если у первых элементов, аналогично BaPtCy₄, желтые с голубым рефлексом, соли вторых, аналогично MgPtCy₄, красные с зеленым рефлексом. Скандий, по свойствам своей К — сульф. соли и по некоторым реакциям, близок больше к цериевым элементам; если он даст желтую Sc₂(PtCy₄)₃, то это будет очень интересно и позволит рассматривать его, как легчайший цериевый элемент; тогда в верхнем ряду 3-ей группы периодической системы можно признать чередование: Sc — цериевый элемент, Y — иттриевый элемент, La — цериевый и Yb — опять иттриевый“. „Впрочем периодическая система в лице редких земель имеет смертельного врага и, благодаря им, сделалась почти Штолмееской системой“. „Я лично поклонник теории Браунера, по которой от Ce до Ta нет элементов, а все заполнено здесь редкими землями с атомными весами от 140 до 175“. „Действительно, едва ли будут найдены недостающие промежуточные члены между Mo и W, Nb и Ta, Ru и Os, Rh, Ir, Ag и Au и т. д., как этого требует периодическая система“. „Если же весь пустой промежуток заполнен эрбиевыми элементами одной группы, то является сильное противоречие

¹ Природа в данном случае не разъединяла, а напротив — парагенетически соединяла подобные элементы вплоть до изотопов, отчего процесс разъединения, нами предпринимаемый, по существу есть большей частью процесс насильственный, особенно для мине алов магматического происхождения. П. Ч.

с коренным положением Менделеева, что „свойства суть периодические функции атомных весов“; напротив, редкие элементы гласят: свойства не зависят от атомных весов, и последние могут подняться от 139 (даже от 89) до 173, а свойства так останутся сходны, что ни один аналитик раньше 1 года работы не разделит элементы“. „Еще хуже будет дело, если будут открыты промежуточные гомологи между вышеупомянутыми элементами, что для нижних рядов вовсе не невозможно: Sb — Bi, Sn — Pb, In — Te, Cd — Hg; тогда придется допустить, что, помимо периодических элементов, могут образоваться не периодические, в виде завитков в сторону, напр., завиток, идущий от церия“. „Но возможен завиток и от Y, так как есть много указаний на существование гомологов Y с атомными весами — 94, 100, 101, 110 и т. д.“. „Я, впрочем, не верю в возможность открытия вышеупомянутых новых элементов, и принимаю теорию Браунера целиком об интерпериодической группе редкоземельных элементов“.

Этим я заканчиваю свои выборки из писем Н. А. по вопросу о редких землях. До моего знакомства с ним (в 1910 году) этот вопрос интересовал его не менее, что можно видеть из ряда, как всегда, кратких, но чрезвычайно точных аналитических работ, перечень которых приводится ниже.

Так, в 1910 году он описал способ получения чистых цериевых солей путем растворения цериевых солей в избыточном количестве щавелевокислого аммония и последующим восстановлением раствора сернистой кислотой. Так как при этом уходит много щавелевокислого аммония, а цериевого оксалата получается мало, то уже в следующем году он остановился на несколько ином способе: он заменил избыток щавелевокислого аммония уксуснокислым натром. В этом случае оказалось возможным выделить почти нацело чистый церий и рекомендовать метод вниманию техников. Из покупного Cerium oxalicum он получал этим путем до 40% чистого оксалата церия. Нерастворимые оксалаты неодима и лантана он переводит в окиси, окиси в сульфаты и, наконец, в нейтральные хроматы, имеющие зеленый цвет и годные как масляные краски или как краски для фарфора.¹

¹ Chemiker Zeitung, 1907, № 44 (заглавие дано в списке работ, приводимом ниже). См. также Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, 1906, ч. XXXVIII, стр. 1055 — 1056, протоколы.

Для неодима была получена новая соль в виде желтого тяжелого кристаллического порошка. Соль эта по анализу и по вычислениям такова:

	Найдено для		Вычислено для
	1	2	$Nd_2(U_3O_{10})_3 \cdot 18H_2O$
	В п р о ц е н т а х .		
Окись неодима	10,04	10,25	10,36
Закись-окись урана U_3O_8	77,90	77,63	78,17
Вода H_2O	10,37	10,83	9,99 *

Работы по химии других мало распространенных химических элементов.

Из предыдущего мы видели, насколько Н. А. был поглощен вопросами распространения, аналитического выделения и свойств редких земель. Неудивительно поэтому, что он занимался также химией ряда других мало распространенных элементов (урана, золота, рутения, осмия, бора, мышьяка, таллия, рубидия, цезия, ртути, бериллия и хрома), а в минералах, горных породах и водах обращал внимание на определения таких составных частей, как соединения титана, марганца, бария, стронция, серы, фосфорной кислоты, фтора и некоторых других. Иногда даже для силикатов, не представляющих неожиданностей в своем составе (например, для везувиана), онъ прделывал добросовестно все возможные пробы и протоколировал их, как пробы отрицательные.***

При отделении хрома от урана бромом и едкой щелочью, как известно, уранокислым натром увлекается некоторое количество уранилхромата. Исследуя ближе вопрос подобной реакции, он приходит к индивидуализации двух неизвестных дотоле кристаллических тел, именно: $UO_2(CrO_4) \cdot 3H_2O$ и $Au_2(CrO_4)_3 \cdot CrO_3$, где $Au : CrO_3 = 1 : 2$.***

„Из соединений урана более или менее изучены только соединения окиси урана, иначе говоря, соединения шестивалентного

* Chemiker Zeitung, 1907, № 90. Было бы желательно кому-либо из русских изучать кристаллографически эту соль. Вообще надо бы организовать систематическое изучение русскими кристаллографами кристаллов новых соединений, получаемых нашими химиками или у них хранящихся и еще неизученных (к сожалению, часть их из числа органических соединений выветрилась, истрачена на анализы или растеряна).

** П. П. Чирвинский и Н. А. Орлов. К минералогии Кавказа и Крыма. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1914, т. XVI, вып. 9.

*** Chemiker Zeitung. 1907, №№ 29 и. 95.

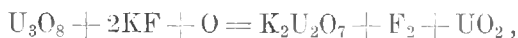
урана, низшие же формы соединений до сих пор изучались мало“. „По всей вероятности элемент этот в скором времени привлечет к себе должное внимание исследователей, так как является одним из наиболее выдающихся членов периодической системы: он стоит последним в ряду элементов, имеет наибольший атомный вес, обладает радиоактивностью, служит в природе местом нахождения и, повидимому, даже источником образования радия“. „Между прочим и мне приходилось заниматься анализом некоторых производных закиси урана (двойная соль четыреххлористого урана и хлористого натрия, восьмиводный гидрат сернокислой закиси урана, основные соли хлористого урана, двойное соединение четырехфтористого урана и щавелевокислого аммония); результаты этих исследований были мной опубликованы в Журн. Русск. Физико-Химическ. Общ. за 1902 и 1903 годы“.

„Из соединений четырехатомного урана заслуживает упоминания четырехфтористый уран, нашедший себе применение в аналитической практике для выделения урана из смесей“. „Соединение это представляет из себя бледно-зеленый порошок, нерастворимый в обычных растворителях“. Данные о его составе крайне разноречивы. Анализы Н. А. дали цифры, отвечающие формуле $UF_4 \cdot H_2O$ (эту формулу принимал Болътон):

	I	II	III	IV	V	VI	По формуле:
	В п р о ц е н т а х						
Урана . .	71,32	70,61	71,17	—	71,36	70,97	71,77
Фтора . .	22,48	22,26	—	22,71	21,30	22,52	22,82
Воды. . .	—	6,52	5,00	5,75	5,01	—	5,41

Если производить осаждение солей закиси урана не фтористоводородной кислотой, а раствором фтористого калия, то получается $2UF_4 \cdot KF$.

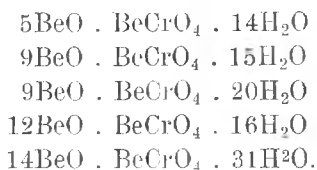
Опыты прокаливания этой соли, а также специальные опыты при употреблении других галоидных соединений и закись-окиси урана показали, что в этом случае имеет место такая реакция:



или же: $2U_3O_8 + 6KF + 5O = 3K_2U_2O_7 + 3F_2$ (в других случаях свободный галоид Cl, Br или J).¹

¹ Журнал „Химик и Фармацевт“, 1908.

Различным путем подученные хромовокислые соли бериллия, по Н. А., оказались принадлежащими к числу основных такого состава:



Кристаллических солей вроде BeCrO_4 и BeCr_2O_7 получить не удалось.¹ Хромовыми соединениями Н. А. интересовался до последнего времени, и у нас была переписка по поводу получения с Урала хороших образцов уваровита. Мне осталось неизвестным, что он предполагал с ними сделать. Интересны его работы над некоторыми металлами платиновой группы, именно палладием, осмием и рутением.²

Н. А. устанавливает, что хлористый палладий (PdCl_2) отличается способностью выменивать свой хлор на иод у всех нерастворимых иодистых солей (даже у AgJ).³ Это же он подтвердил в опытах с HgJ_2 . Свеже-осажденное, промытое метиловым спиртом хлористое серебро от прибавления метилово-спиртового раствора HgJ_2 окрашивается в желтый цвет, но в отфильтрованной жидкости хлорид не открывается. Хлористый палладий однако производит черный осадок PdJ_2 . По всей вероятности образуется двойное соединение HgJ_2 и AgCl . Водный раствор хлористого таллия дает с метилоспиртовым раствором HgJ_2 красный осадок иодистого таллия. Напротив того, водный раствор хлористого висмута с алкогольным раствором HgJ_2 остается вполне прозрачным и бесцветным. Любопытно, что водный раствор хлористого таллия с большим избытком свежесосажденного иодистого или бромистого серебра не показывает реакции; фильтрат от иодистого серебра дает с раствором KI или с раствором AgNO_3 обильный осадок TlJ или AgCl , что

¹ Химик и Фармацевт, 1909, № 15. Над Be и Er соединениями он продолжал работать и в 1912 году (письмо от 22 сентября 1912 года).

² Chemiker Zeitung, 1906, p. 704; *ibid.*, 1906, № 104; *ibid.*, 1907, № 85; *ibid.*, 1908, № 7.

³ Подробнее насчет теории подобных процессов см. в диссертации проф. П. Н. Л а щ е н к о. Об активной массе твердой фазы в обратимых реакциях среди электролитов. Новочеркасск, 1910, изд. Донск. Пол. Инст.

показывает на содержание в растворе TiCl . Н. А. показал, что перекись осмия при действии на нее KJ с HCl или HNO_3 (цветная реакция,¹ указанная Е. Р. Alvarez в 1905 г.) не выделяет свободного иода. Не выделяется и хлор при действии HCl на OsO_4 . Перекись OsO_4 легко летуча, довольно постоянна и не обладает кислотными свойствами; она образуется легко прямым действием кислорода на порошок осмия, хотя осмий принадлежит к благородным и тяжелейшим металлам. Н. А. соглашается с теми авторами, которые считают OsO_3 , Ru_2O_7 и RuO_3 за высшие степени окисления в Менделеевском смысле, и потому Os и Ru относит не к VIII, а к VII группе периодической системы:

1. VII группа: Mn—Ru—Os VIII „ Fe—Rh—Ir или Co Ni—Pd—Pt	2. VII группа: Mn—Ru—Os VIII „ Fe—Rh—Ir Ni—Pd—Pt Co— —Au.
--	--

Н. А. далее предложен простой и удобный способ доказывать малые количества рутения в платиновых сплавах.

Изучая изолирование рубидия и цезия,² Н. А. пришел к мысли применить для отыскания таллия тот же путь, каким он производил выделение рубидия и цезия из соленых рассолов; как известно, крепкий раствор хлороплатината калия осаждает и рубидий и цезий, раствор же хлороплатината рубидия осаждает только цезий. Растворимость хлороплатината таллия еще меньше, чем растворимость хлороплатината цезия, и разница между этими величинами еще более, чем между величинами растворимости хлороплатинатов рубидия и цезия; поэтому следовало ожидать, что раствор хлороплатината цезия будет легко давать осадок с солями таллия. И действительно, Н. А. нашел, что если к насыщенному раствору хлороплатината цезия прибавить раствор соли таллия (TiCl или Ti_2SO_4), то через несколько секунд вся жидкость мутнеет, и выделяется желтый осадок хлороплатината таллия. „Эта реакция может служить прямо для определения следов таллия в минералах: разложенный тем или иным способом минерал переводится в солянокислый раствор и этот последний сменяется с раство-

¹ Изумрудно-зеленое окрашивание от образования соединения $\text{OsJ}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

² См. в списке литературы.

ром хлороплатината цезия; получившийся осадок может принадлежать только таллию, что и испытывается спектральным путем, если есть возможность“. Растворы хлороплатинатов щелочных металлов могут, таким образом, служить для систематического нахождения трех сходных элементов — таллия, цезия и рубидия—для чего необходимо иметь насыщенные растворы Cs_2PtCl_6 , Rb_2PtCl_6 и K_2PtCl_6 ; первый служит реагентом на таллий, второй — на цезий и таллий, третий — на рубидий, пезий и таллий“. „При совместном присутствии таллия и щелочных металлов (напр. в некоторых слюдах) можно одновременно делать пробу на таллий и цезий: одну часть раствора пробовать раствором Cs_2PtCl_6 на таллий, а из другого удалить таллий иодистым натрием и производить пробу на цезий Rb_2PtCl_6 “. „При отсутствии этой реакции остается сделать еще испытание на рубидий помощью раствора K_2PtCl_6 “.

Что касается вопроса растворимости хлороплатината цезия, то в зависимости от способа приготовления она изменяется и, по Орлову, является такой ($t^\circ 16,5 — 17^\circ C$):

- 1) в кипяченом и охлажденном растворе 0,052%
- 2) в кипяченом и стоявшем сутки. 0,025%
- 3) в стоявшем сутки без нагревания. 0,013%
- 4) в кипяченом и стоявшем сутки 0,032%

Препарат этот был тщательно очищен от рубидия.

Растворимость же хлороплатината, а также и иодистого таллия принимается обыкновенно равной 0,006%/о.¹

Н. А. интересовался способами определения борной кислоты, что стояло в связи с открытием им на Мануке боросиликата, оказавшегося позже (по его и моим исследованиям) датолитом. Испытывая различные способы такого определения, он разбирает их критически и вносит некоторые частности.² Еще ранее (в 1901 году) он анализировал продажный аморфный бор.³ Н. А. писал также о некоторых новых солях трехатомного кобальта и четырехатомного урана (1903), о различных квасцах (1896, 1908), о раскислении иодноватой кислоты морфием (1902), о действии солей урана на фенолы (1902), об определении щавелевой кислоты в моче с помощью солей

¹ Фармацевтический Журнал, 1903.

² Ежегодн. по Геол. и Минерал. России, 1911, т. XIII, вып. 5—6.

³ Chemiker Zeitung, 1901, XXV, p. 465.

тория (1907), о фосфоресцирующих веществах (1906), об определении рубидия и цезия в минеральной воде, о получении чистого мышьяка (1901), о количественном содержании селена в продажной сырой серной кислоте (в русской кислоте он нашел 0,024% селена) и некоторых других.

Получение голубой или зеленой серы.

Этому вопросу посвящены работы Н. А., выпедшие еще из фармацевтической лаборатории Казанского Университета и помещенные в Журнале Русского Физико-Химического О-ва за 1901 и 1902 годы. Последняя, наиболее полная, статья озаглавлена: „К вопросу о существовании голубого и зеленого видоизменения серы“ (16 стр.). Работа эта представляет дальнейшее развитие исследования реакции хлористой серы с сернистыми металлами, когда такая сера им была получена впервые. В настоящей статье он описывает некоторые новые опыты, затем опыты над другими способами получения нестойкой голубой модификации й, наконец, высказывает некоторые теоретические соображения относительно тиосоединений. Здесь ближе изучаются реакции, указанные Каравес, Жилем, Велевром, Нелльнером и Гейтнером, из которых три последние, а может быть тоже и первый, получили голубую модификацию. Воздерживаясь от более подробных заключений, Н. А. указывает на сходство опыта Нелльнера с процессом ультрамаринового производства по отношению к роли серы.¹

Он говорит, между прочим, следующее: „Если голубая модификация серы очень непрочна в свободном виде, в растворе и в фиксированном на хлоридах состоянии, то она, повидимому, может представить из себя стойкую хромофорную группу, будучи фиксирована в молекуле химических соединений“. На первом плане в ряду этих соединений Н. А. и ставит ультрамарин. Он обращает внимание на то, что к действию кислот и других химических деятелей ультрамарин относится, как смесь силиката с полисульфидом, и что всякое разрушение полисульфида уничтожает цвет ультрамарина, взамен чего выделяется сера. В статье говорится также о различных органических тиокрасках (тип метиленовой сини).

¹ Опыты Нелльнера состояли в прокаливании роданистого калия или его смеси с едким натром. Расплавленная масса одно время бывает окрашена в интенсивно-синий цвет, который, однако, при охлаждении пропадает.

Исследование вод и минеральных грязей.¹

Анализы природных вод и грязей занимали Н. А. давно и, пожалуй, являлись в его химической сфере наиболее близкой связью с его положением, как врача сначала в Старой Руссе, затем на Кавказских Минеральных водах (в Пятигорске). Даже будучи мобилизован на войну, он находит возможным не порывать связи с этими вопросами² и дает специальное исследование воды и ила источников Танхэ в Манджурии.

Его многочисленные и весьма точные анализы в этом отношении охватывают как самое начало научной деятельности Н. А., так и ее конец. В одном из последних писем перед войной 1914 года (от 18 февраля 1914 г.) он сообщает, что закончил исследования по выработке способа определения закиси железа в минеральных водах при наличии в них брома и иода. Н. А. предполагал применить свой метод к бутылочной воде. Исследование минералов района Пятигорских Минеральных вод, а также и исследование изверженных и осадочных пород Пятигорья и Кисловодска, частью веденное уже совместно со мною и др., в конечном счете интересовало его в связи с генезисом и составом вод этого уголка Кавказа. В частности, его тщательные исследования пятигорского травертина и его прослоек, открытие датолита, установление широкого распространения бария в изверженных породах Пятигорья и т. п., все это вместе взятое дает много интересного к толкованию тех сложных процессов выщелачивания пород и магм, с которыми был, в конечном счете, связан химический облик северо-кавказских подземных вод и их генезис. Особенно поразительно было открытие датолита, этого редкого боросиликата кальция, образовавшегося, как позже оказалось, в виде жил в сенонском известняке горы Машук. Возник он (это видно по форме залегания и его сложению) несомненно гидротермальным путем из вод, непосредственно связанных с пятигорскими термами, в которых химик Э. Э. Карстенс обнару-

¹ Этого рода работы Н. А. я уже имел случай отметить в заметке о Н. А. в Северо-Кавказском Мелиорационном Бюлетене за 1919 г., №№ 5 — 6.

² См. его две статьи в Фармацевтическом Журнале за 1904 и 1906 годы.

жил весовые количества борной кислоты (в воде Александровского источника 0,00344% B_2O_3).

История этого интересного открытия и ее последовательные стадии более или менее полно вскрываются в двух статьях— Н. А. и моей. Об этом, впрочем, будет сказано ниже, когда пойдет речь о работах Н. А. по исследованию минералов и горных пород.

К такого рода пророческим сопоставлениям, может быть, следует отнести открытие, правда в очень небольших количествах, свинца и цинка в пятигорских горячих водах и находку глыбы свинцового блеска среди известковых туфовых образований у подножья Машука. Глыба эта была встречена рабочими при рытье фундамента дома, построенного несколько лет тому назад супругой Н. А.¹ Проследить условия залегания этой глыбы и выяснить, является ли она случайным отторженцем, занесенным сюда посторонней причиной, или, напротив, находится вблизи своего коренного месторождения, не пришлось, и новый дом с новой лабораторией закрыл эту загадку, по крайней мере, на ближайшее время.

В 1924 году мой ученик Н. Х. Платонов нашел среди минералов пятигорских лаколитов (Золотой Курган) в небольших количествах жильного происхождения свинцовый блеск, другие сульфиды и датолит.

Да, истина открывается человечеству по частям, и исследователям суждено вырывать лишь ее компоненты, которые только постепенно группируются в картину всем ясную!

Что касается открытия в кавказских водах небольших количеств никкеля, то из писем Н. А. я знаю, что он относился к нему скептически: возможно занесение никкеля в реактивы, ибо на заводах нередко применяется и никкелевая посуда. Что касается находок в этих водах мышьяка, то они подтверждаются наличием его и в травертине.² Много труда положил Н. А. на исследование минеральных грязей и особенно грязи и рапы Тамбуканского озера близ Пятигорска. Я предполагаю несколько ближе остановиться из серии работ его о водах и грязях только на последней работе о Тамбукане; о содержании

¹ П. П. Чирвинский и Н. А. Орлов. К минералогии Кавказа и Крыма. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1914, т. XVI, вып. 9.

² В одной из марганцовистых прослоек в этом травертине Н. А. нашел 0,05% мышьяковокислого кальция.

остальных пусть постарается составить себе понятие читатель по списку научных работ Н. А., приводимому ниже. В этот список мною включена его работа о растворимости гипса в присутствии хлористых металлов (1902), как явившаяся прямым следствием исследования минеральной воды и получаемых из нее солевых и маточных рассолов и выполненная уже в лаборатории при Старорусских Минеральных водах. При изучении грязи Тамбуканского озера и выработке тех вопросов, которые предстояло вообще решать при такого рода исследованиях, Н. А. имел за собою уже большой опыт. В частности, его интересовали не только аналитические пробы, но и весь грязеобразовательный процесс с его биологией и физико-химией. Еще в 1900 году он определял истинную теплопроводность грязи и минеральной воды в Старой-Руссе, и результаты этих опытов помещены в отчете директора Старорусских вод за 1900 год. Серьезного значения, впрочем, этим опытам он не придает, „ибо точное знание величины истинной теплопроводности грязи понадобится нам только в том случае, когда речь пойдет о сравнении грязи с другими, в структурном отношении сходными материалами, напр., глина, песок, отруби и т. п.“. „Когда же речь идет о сравнении грязевой ванны с водяной, то, очевидно, здесь нужно принимать во внимание не истинную теплопроводность, а то обстоятельство, что общая теплопроводность воды вследствие присутствия тепловых течений колоссально велика по сравнению с общей теплопроводностью грязи, где почти нет тепловых токов“. Н. А. предлагал ближайшими задачами изучения свойств грязи поставить:

1) изучение процесса остывания грязевой ванны по сравнению с водяной и,

2) введение в группах периодических определений коэффициента густоты и коэффициента коллоидальности грязи (последний коэффициент, по Орлову, представляет % содержание FeS, увеличенное в 10 раз).¹

Какое значение Н. А. придавал химическому анализу грязи видно из следующего отрывка: „Химический анализ грязи помимо своей прямой задачи может служить и для выяснения и оценки физических свойств грязи, именно степени ее пластич-

¹ Н. А. Орлов. О задачах изучения грязи и грязеобразовательного процесса. Записки Русского Бальнеолог. О-ва в Пятигорске, 1909 — 1910, т. XI, № 1.

ности и коллоидальности, что понятно и без дальнейших пояснений“. „Следует только отметить, что в настоящее время совершенно точно установлено, что своеобразный коллоидальный характер грязи зависит почти всецело от коллоидального гидрата сернистого железа: так, если к грязи прибавить кислоты, разрушающей сернистое железо, консистенция грязи резко изменится, грязь получает способность легко отстаиваться, твердые ее частицы легко отделяются от воды; особенно хорошо это заметно на тех грязях, где минеральная основа состоит из песка и глины, напр., у Старорусской минеральной грязи“. „Вместо обливания кислотой можно высушить грязь и опять-таки получается материал, не дающий с водой прочной однородной смеси“. „Если минеральная основа почти чистая глина или очень тонкий песок, или, если грязь бедна сернистым железом, то прибавка кислоты лишь слабо влияет на изменение консистенции грязи; такая грязь слабо коллоидальна, хотя и может быть высокопластична“. „Все эти случаи мне приходилось наблюдать при анализах различных грязей (Старорусская, Солигаличская, Варницкая, Кеммернская, Мацестинская, Танхейская, и наконец, искусственная)“.

Не имея возможности ближе войти в характеристику аналитической работы Н. А. в этом направлении, ограничусь упоминанием, что ему впервые удалось подметить возникновение серноватистой кислоты при простом нагревании грязи с водой. Это открытие заставляет быть осторожным с техникой согревания грязи, ибо этим путем можно лишиться главного коллоидального ингредиента грязи — гидрата односернистого железа.

Химические исследования минералов и горных пород.

Этого рода исследования логично должны были вытекать из всех работ, о которых у нас была уже речь: на это толкали работы Н. А. над редкими землями и вообще редкими химическими элементами; к этому же должны были повести исследования минеральных вод и грязей. В последние годы этого рода работы еще расширились, чему служат доказательством наши совместные печатные работы,¹ многочисленные анализы Н. А.

¹ П. Н. Чирвинский и Н. А. Орлов. Цеолиты Кара-Дага в Крыму. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1913, т. XV, вып. 4—5, стр. 144—148.

осадочных пород Кисловодска¹ и анализы вулканических пеплов,² дацита с Карадага и др. Он анализировал из минералов асбест, различные гранаты, везувиан, геленит (впервые нами доказан для Кавказа), галлуазит, слюды, различные полевые шпаты и цеолиты, датолит (впервые нами доказан для Кавказа), барит, гипс, цинковый шпат, церуссит, люблинит, опалы, свинцовый блеск, стильбит, вольфрамит, эвксенит, виикит, ортит, апатит и некоторые другие. Из горных пород мы отметим различные песчаники, глины, известняки, мергеля, травертины и прослойки в них, доломиты, вулканические пеплы, бештаунит, дациты с Карадага, диорит из Кедабека (анализ будет опубликован мною), минеральные грязи и некоторые другие.

И здесь он оставался верен себе: анализы были повторны, часто одно определение повторялось по несколько раз, делались скрупулезные поиски на редкие составные части. Так, например, при анализе кедабекского везувиана им были сделаны пробы, оказавшиеся отрицательными, на такие составные части: Sr, Ba, Cr, Mo, V, Cl, SO₃, P₂O₅, F, B₂O₃, Be и Ce. В 1913 году он начал систематические анализы образцов из доломитовой толщи Кисловодска по просьбе А. Н. Огильви. Н. А. писал мне, что предполагено анализировать 30—40 образцов, что работа эта должна у него занять 1½—2 года. Анализы эти, насколько мне известно, и были уже начаты, как анализы 2-х образцов габбро-норитовых пород из юго-западной России, посланные мною в 1913 году. Было бы очень желательно, чтобы уже сделанное не погибло для науки. Насколько Н. А. был равнодушен к вопросу о своей роли в выполнении той или другой работы, а также насколько был всегда готов идти навстречу научным начинаниям другого, видно из следующих выдержек. В письме от 16 января 1912 года, по поводу нашей работы о цеолитах Карадага, он пишет мне: „В настоящей статье главная работа Ваша (? П. Ч.), и Вы могли бы просто

¹ П. Н. Чирвинский и Н. А. Орлов. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1914, т. XVI, вып. 9, стр. 246—268.

² П. Н. Чирвинский. Петрографическое исследование пород мелового возраста из окрестностей города Кисловодска. Изв. Донск. Пол. Инст., 1913, т. II, отд. II, стр. 175—218.

³ П. Н. Чирвинский. Вулканические пеплы в третичных и древне-четвертичных отложениях Кавказа. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1914, т. XVI, вып. 2—3.

сослаться, что анализы сделаны мной, и работу печатать от своего имени“. „Но, конечно, если Вы хотите в виде совместной, я не могу ничего иметь, кроме удовольствия; только доля моей работы очень невелика“. „Я изменил в Вашем тексте «среднее из двух» для мезолита, так как помещать оба анализа не стоит, потому что наиболее точно определяемые части, именно СаО и К₂О, я определял один раз, и столбцы были бы неполны“. „Повторные же анализы для SiO₂, Al₂O₃, Na₂O и Н₂O я производил и для других цеолитов; поэтому, я думаю, лучше поместить только окончательный вывод“. „Тем более, что я теперь для чистых соединений и минеральных видов следую принципу нашего химика Карстенса: окончательно брать не арифметическую среднюю, а или наичаще встречающуюся цифру или цифру наиболее чистого опыта“. „Средние же беру только для валовых анализов пород или смесей“.

По поводу датолита, найденного им на Маллуке и представившего ряд неясностей благодаря примесям, как оказалось позже по моему исследованию,¹ Н. А. в начале 1911 года, между прочим, писал мне следующее: „Был бы очень рад, если бы Вы ввели в мир этого отверженца, которому не находится ни имени, ни родословной; всецело передаю в Ваши руки судьбу этого камешка, потому что с химической стороны больше ничего с ним не могу поделаться“. Вскоре однако вопрос разрешился и химически вполне бесспорно в пользу датолита, ибо были открыты также хорошие чистые кристаллы этого минерала в коренном месторождении.

Уже в письме от 2 июня 1911 года Н. А. писал мне так: „Спешу Вас уведомить, что сегодня геолог Геологического Комитета Я. В. Лангваген, произведя по моей отметке на плане Машука поиски, нашел коренную жилу боросиликата, как раз под дорожкой на Машук, и набил много кусков этого минерала“. „Сегодня вечером он с А. П. Герасимовым хотели заняться шурфовкой в этом месте; к сожалению свои занятия служебные мне не позволяют быть при их работах“... „Среди обломков известняка, там встреченного, преобладает № 7“.²

¹ П. Н. Чирвинский. Датолит с горы Машук, близ Пятигорска. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1911, т. XIII, вып. 5—6, стр. 166—170.

² Под этим номером в одной из работ Н. А. помещен анализ серого плотного сенонского известняка с горы Машук (здесь СаСО₃ — 88,62%, нерастворим. — 9,03%, MgСО₃ — 0,34%, FeСО₃ — 0,77%, воды — 0,66%).

СОСТАВ ДАТОЛИТА С ГОРЫ МАШУК.

	Плотная разность (прежние анализы.)	Серые кристаллы.				Белые кристаллы.				Д а т о л и т.		
		Среднее.	1	2	3	Средн.	1	2	3	Средн.	Теорет.	Данные анализа.
			В п р о ц е н т а х.									
Кремнезем (SiO_2) . . .	41,43	42,44	42,36	42,42	42,41	37,16	—	37,33	37,25	37,5	35,74—39,49	
Борная к. (B_2O_3) . . .	12,48	16,09	16,26	—	16,18	21,77	20,72	21,29	21,26	21,9	20,84—22,60	
Титановая к. (TiO_2) . .	0,15	—	0,14	—	0,14	—	0	—	0	—	—	
Окись кальция (CaO) . .	32,21	—	32,75	33,04	32,90	36,35	—	36,46	36,41	35,0	33,81—35,60	
Окись магния (MgO) . .	0,40	0,12	—	—	0,12	—	0,15	—	0,15	—	—	
Окись железа (Fe_2O_3) .	5,05	—	—	1,78	1,78	—	—	0,19	0,19	—	—	
Окись алюминия (Al_2O_3) .	2,49	—	—	1,45	1,45	—	—	0,24	0,24	—	—	
Окись натрия (Na_2O) . .	1,83	0,21	—	—	0,21	—	—	—	—	—	—	
Окись калия (K_2O) . . .	0,24	0,01	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—	
Вода (H_2O)	3,85	2,58*	—	5,02**	5,02	3,41 *	5,24 **	—	5,24	5,6	5,09 — 6,14	

* При красном калении.

** При калении до начала плавления.

„Очень благодарен за Ваше сообщение о минералогическом составе минерала; теперь мне ясны некоторые его отношения к реагентам, бывшие раньше непонятными, когда я склонялся к мысли об однородности минерала“.

Таблица на стр. 25, взятая из последней работы Н. А. о датолите, дает нам лишний образец детального исследования одного минерала (здесь введено еще среднее для плотной, не чистой разности, и не показаны все частные определения в этом случае).

Очень внимательно отнесся Н. А. к составу темных марганцовистых прослоек в плотном древнем травертине горы Машук, в так называемом машукском белом камне, широко применяемом в строительстве. Он полагал, что результаты этих исследований имеют известное значение для характеристики пятигорских травертиновых отложений, а равно и для понимания процессов образования рудных марганцовистых жил водного происхождения.¹

Кроме опубликованных анализов он мне сообщил в письме от 4 августа 1911 года цифры, характеризующие состав нерастворимой розовой части такой марганцовистой прослойки, с припискою: „Меня удивляет этот глинистый, почти полевошпатовый состав вещества среди травертина“.

После работы проф. П. А. Земятченского: „Фельдшпатизация известняков“,² так и напрашивается предположение, что здесь мы тоже имеем случай образования мельчайших кристалликов полевого шпата *in situ*. Я делал растворение одного куска травертина из Горячей горы в Пятигорске в соляной кислоте, и в нерастворимом остатке полевошпатовых кристалликов новообразованного типа с уверенностью не наблюдал. Конечно, единичная проба ничего еще не показывает. На такое явление фельдшпатизации нормальных, не метаморфизированных сильно известняков, действительно, по видимому, обращалось слишком мало внимания, и потому оно оставалось обычно незамеченным. В частности, лишь после появления работы проф. Земятченского, я вновь внимательно пересмотрел шлифы кисловодских известняков и нашел в плот-

¹ Н. А. Орлов. О марганцовистых прослойках в пятигорском травертине. Оттиск из журнала «Химик и Фармацевт», 1910, №№ 1, 3, 5 и 6.

² ИРАН, 1916, т. X.

ном известняке сенонского возраста такие кристаллики. Вот почему анализ Н. А. заставляет заняться подобным вопросом систематически для всей толщи пятигорского травертина. Анализируя мой образец сенонского известняка из окрестностей Кисловодска, в письме от 7 октября 1911 года Н. А. писал следующее: „Минувшую неделю я из-за болезни провел дома и успел сравнительно много сделать“. „Между прочим в сенонском известняке есть определяемые количества закиси марганца в виде $MnCO_3$ “. „Если это свойственно и серому сенонскому известняку Машука, то мне становится понятным, какая вода при боковом просачивании выделила марганцовистые прослойки в Пятигорском травертине, которыми я когда-то занимался“. „Обнаружение Mn в сенонском известняке по способу Вальтерса есть, по моему мнению, прекрасный лекционный опыт: кусочек породы растворяется в слабой HNO_3 , раствор кипятится с прибавкой нескольких капель раствора $AgNO_3$, и при начале кипения бросается в жидкость 2—3 кристаллика *Ammonium persulfuricum*: моментально жидкость делается вишнево-красной от $HMnO_4$ “. Из дальнейших анализов Н. А. выяснилось, что все осадочные породы Кисловодска содержат марганец и даже в большем количестве, нежели сенонский известняк.

А вот характеристика взглядов Н. А. на характер анализов кисловодских пород, которые были мною опубликованы в цитированной выше работе (из письма от 15 сентября 1911 года): „Буду держаться такого порядка: решительно при всех образцах буду применять сначала обработку кислотой (HCl), а затем уже обычный анализ силикатного остатка; анализы глин и т. п. прямо, как силиката, без обработки кислотой тем неудобны, что не дают понятия о наличии цеолитов, глауконита и т. п.“. „Обыкновенно буду испарять с HCl , но где явится указание на цеолиты, буду употреблять отдельно обработку холодной слабой HCl и испарение с крепкой HCl с обращением внимания на растворимый в Na_2CO_3 кремнезем“. „Тщательно буду искать Va , Ti и другие редковстречающиеся элементы и надеюсь, что не пропущу ничего, для Вас интересного“. „Относительно Va мне весьма и самому интересно иметь тщательное исследование: дело в том, что при резком богатстве барием наших трахитов я был очень удивлен, совершенно не находя его в красном жильном порфире, найденном г. Огильви в гранитах р. Аликонки; между тем содержание титана в этом порфире превосхо-

дило значительно содержание его в лакколитовых трахитах“. „О нахождении барита в окрестностях Кисловодска я читал и даже видел у Карстенса кусок такого минерала, похожий на гальку андалузита“. „Наконец я отметил себе сделать и ряд отдельных определений — пирита, SO_3 , Cl , Mn , V , F , тяжелых металлов и т. д.“. Все эти пробы и были проделаны в действительности.

Интересен взгляд Н. А. на метод разделения тяжелыми жидкостями. Высказывается он в письме от 3 октября 1913 года. „Тяжелые жидкости у меня есть, но я, как химик по преимуществу, не люблю Тулэ, боясь, что она занесет в минерал щелочь и Hg , а предпочитаю CH_2J_2 , CHBr_3 , CHCl_3 и их смеси“. Об этом подумали к сожалению не многие минералоги и петрографы, как не многие подумали и о том, что здесь возможно прямое изменение минерала вследствие химического обмена (теперь это доказано прямым опытом).

Из всего сказанного мы можем видеть, что Н. А. был выдающимся работником в области аналитической и вообще неорганической химии и даже минералогии с петрографией.

Когда во время последней войны у нас в России усиленно заговорили о широких реформах и о благоустройстве наших курортов, в Донском Политехникуме была утверждена специальная кафедра под названием: „кафедра минеральных вод и целебных ископаемых“. Н. А. был вновь призван и нес тяжелую службу военного врача, оторванный от своей любимой лаборатории. В письме от 15 сентября 1916 года есть такая фраза: „Летом было трудновато, да и теперь почти то же самое; сначала был у Барановичей, теперь на южном фронте“. „Насиделся и в блиндажах, ложился и на землю по 15 раз в час, вежливо уступая дорогу снарядам“. Я стремился склонить его к тому, чтобы он выставил свою кандидатуру на эту кафедру, что, может быть, до времени освободило бы его от тяжелой службы, сохранило для науки, а место его занял кто-либо из тех врачей, которые околачивались массажи в тылу. К сожалению Н. А., может быть и желавший этой кафедры, был слишком строг к себе, не решался выступить и вообще резко изменить свою карьеру. Так, в виде ответа на одну из моих повторных просьб, в письме от сентября 1917 года из действующей армии он сделал такую приписку: „Кстати должен сказать, что я даже не доктор медицины, а просто лекарь“. „Оттого

я в свое время и не наследовал своему патрону по фармации в Казанском Университете проф. Мих. Пор. Сергееву“. „Иначе я бы теперь анализировал не камни, а растения, и нещадно врал бы при определении N и H в смолистых веществах“.

Когда в 1912 году я убеждал Н. А. больше сосредоточиться на петрографии, то получил такую, вполне, конечно, справедливую отповедь (письмо от 4 декабря 1912 года): „Относительно специального занятия петрографией и думать не могу; ведь, вспомните, что и химия является для меня второй специальностью, а, ведь, главная моя служебная профессия — врачебная; приходится и службу тянуть, и за медицинской литературой следить (бальнеология), и доклады писать по медицине и бальнеологии“. „Поэтому уж я ограничусь только анализами, хотя бы даже в служебной роли для петрографии, а специализироваться еще больше лучше воздержусь и оставлю это в сфере мечты“. „Тем более, что и для чисто химической и аналитико-минералогической работы материала хватает мне до могилы и даже дальше“... „Извиняюсь, что забывал посылать Вам медицинские свои доклады; я вообще свои оттиски забываю рассылать, обыкновенно лежат нетронутыми кучами“.

Из области незаконченных работ Н. А. Орлова.

В предыдущем разбросано достаточно указаний на то, что было начато Н. А. и еще не опубликовано, хотя, вероятно, уже в виде цифровых данных начало кристаллизоваться в его записных книжках.

Таковы работы его над редкими землями, бериллием, по исследованию некоторых редких минералов, кисловодских доломитов, габбро и некоторых других. Я хочу надеяться, что если не мне, то кому-либо другому удастся спасти для науки то, что еще имеется в посмертных бумагах незабвенного Н. А.

Добавлю к этой главе еще следующее. В письме Н. А. от 7 октября 1911 года имеется такое место: „Интересует меня вопрос: в некоторых зеленых минералах, напр., прените, глауконите, имеется, повидимому (по книгам), не закисное железо, а окисное“. „Это установлено и для сложных солей трехатомного железа, напр., зеленый цвет имеет аммоний — железный оксалат“. „Хочу при случае исследовать подобные силикаты“. (Может быть, с тех пор и представился такой случай?).

В письме от 11 ноября 1915 года с театра военных действий есть такое грустное место: „Мое касательство к химии теперь заключается только в том, что пересматриваю свою записную книжку и люблюсь списком не сделанных работ“.

В письме от 11 декабря 1915 года речь идет об опытах кристаллизации, которые имеют несомненный интерес и должны быть объяснены расслаиванием растворов по удельному весу,¹ а также по принципу Сорэ. Идея и техника предпринятых опытов была близка к той, которой придерживался проф. П. А. Земятченский в цитированной выше работе 1914 года. Вот, что пишет Н. А. Орлов: „Хочу Вам описать одно явление, опыты над которым я поставил перед войной, но во время отпуска убедился, что пока еще нет хорошего результата“. „Начал я эти опыты еще лет 15 назад“. „Известно еще в прежние годы (Gmelin, Handbuch der Chemie, Bd. I, изд. прил. 1845 г.) было, что в бочках с винным камнем на стенках (жидкость насыщена солью) замечается как бы переползание камня вниз; вначале думали, что тут обнаруживается влияние земной тяжести на частицы растворенной соли; потом дано было другое объяснение: при повышении температуры камень с верхних стенок растворяется в жидкость, при охлаждении садится на дно“. „Когда появились взгляды Вант-Гоффа, я подумал, не может ли и тяжесть все-таки влиять на свободные растворенные частицы соли, и делал (в глубоком погребе) такой опыт“. „Брал насыщенный раствор калиевых квасцов, помещал его в длинный цилиндр, сверху цилиндра помещал мешочек (льняной) с куском квасцов, пробку заливал воском“. „Когда начиналось выделение на дне кристаллов, я их взвешивал — из одного цилиндра через день, из другого через два, из третьего через три и т. д.“. „Выделение кристаллов было пропорционально времени при одной и той же высоте столба“. „Кристалл в мешочке таял, как бы плавился, с внешней стороны мешочка нарастали мелкие кристаллы“. „Тогда я брал цилиндры разных высот и повторял опыты“. „Не помню сейчас, какова была зависимость, но помню, что некоторые опыты позволяли применить законы Галилея о ско-

¹ Ср., например, Gouy et G. Chaperon, Sur la concentration des dissolutions par la pesanteur. Ann. de Chimie et Physique, 6 série, 1888, и особ. П. А. Земятченский, Этюды по кристаллогенезису, IV. Расслаивание пересыщенных растворов, Зап. Имп. Акад. Наук, VIII сер., т. XXXIII, № 5 (здесь и литература вопроса).

ростях падения, если допускать, что молекулы падают при кристаллизации сплошным слоем, как густой снег на землю“. „Может быть, плодотворнее было бы таким путем изучать скорость собственного движения растворенных молекул, зная их объемы; но вообще я оставил эти опыты и хотел только проследить некоторые практические приложения того явления, которое я видел у квасцов“. „Именно я задавал себе такой вопрос: предполагают, что гигантские кристаллы водного происхождения в земной коре получаются от медленного ступения растворов; но, может быть, бывают такие случаи, когда достаточно лишь «переползания» растворенных частиц книзу, напр., имеется в плотном кварце полость, наполненная водой; испарения нет, но есть «переползание» частиц книзу, и в конце концов получается друза кристаллов в нижних частях пещерки (все равно, от изменения ли t° или от прямого падения молекул растворенного тела.)“ „Я поставил опыты с баритом, но пока еще не получил результата, видного глазом. С легко-растворимыми солями, как квасцы, я уж знаю, что это выходит, а хотелось именно попробовать кристаллизовать барит или кварц“. „Может быть, впрочем, и самая-то наша жизнь слишком коротка для таких опытов“. „Возможно, что кристаллизация через «переползание» бывает и в твердых телах, бывает без участия резких перемен температуры, без плавления, без испарения, только благодаря закону тяжести и малым разностям температур, — вот мысль, которую вызвало чтение Вашей статьи,¹ и которая заставила меня вспомнить об опыте с квасцами“.

В письме от 25 января 1916 года он возвращается к этим опытам с квасцами и выражает сомнение, что можно в подобной обстановке опыта уловить проявление законов падения тел.

Привожу в заключение список работ Н. А., касающихся фармации, химии и минералогии с петрографией. Я не вполне уверен, что список этот не лишен некоторых, небольших впрочем, пропусков. Несомненны, однако, большие пропуски в чисто медицинской области.

¹ Речь идет о моей статье о применимости закона Avogadro к горным породам и метеоритам, отгяск которой я тогда послал Н. А.

Список печатных работ Н. А. Орлова, химического и минералогического характера.

Работы по фармацевтической и физиологической химии.

1. К фармакохимии *Chelidonium majus*. Фармацевтическая Почта, 1893, т. XXVII, стр. 437 — 438 и Фармацевтический Журнал, СПб., 1894, т. XXXII, стр. 689 — 691.
2. К характеристике этилового эфира. Там же, 1894, т. XXXIII, стр. 770.
3. О некоторых солях тетрааллиламмония. Там же, 1894, т. XXXIII, стр. 769.
4. Получение берберина из корней *Hydrastis canadensis*. Там же, 1895, т. XXXIII, стр. 770.
5. Аконитовая кислота из *Adonis vernalis*. Там же, 1894, т. XXXIII, стр. 771.
6. О некоторых реакциях пиридина. Там же, 1895, т. XXXIII, стр. 771.
7. О тетраметиламмонии. Там же, 1895, т. XXXIV, стр. 755 — 758.
8. О содержании мелицитозы в манне *Alhagi Camellorum*. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1896, ч. XXVIII.
9. О квасцах, содержащих азотистые основания. Фармацевтический Журнал, СПб., 1896, т. XXXV, стр. 465 — 468, 481 — 484, 497 — 498.
10. Заметка о метилгуанидине. Там же, 1896, т. XXXV, стр. 513 — 514.
11. О тетраметиламмониевых квасцах. Там же, 1897, т. XXXVI, стр. 212 — 213.
12. О получении лапшиконитина Розендаля. Там же, 1897, т. XXXVI, стр. 213.
13. О кристаллическом фозостигмине. Там же, 1897, т. XXXVI, стр. 213 — 214.
14. Об отношении иодистого калия к солям хелидонина и хеладритрина. Там же, 1897, т. XXXVI, стр. 214.
15. О тирозине в *Trifolium pratense*. Там же, 1897, XXXVI, стр. 214.
16. Об азотистых веществах из побегов сосен. Там же, 1897, т. XXXVI, стр. 559 — 600.
17. О хилидоксантине. Там же, 1897, т. XXXVI, стр. 820 — 821.
18. Заметка о цветных алкалоидах. Там же, 1902, т. XLI, стр. 23.
19. О раскислении иодноватой кислоты морфием в кислом растворе. Там же, 1902, т. XLI, стр. 79 — 80.
20. О действии щавелевой кислоты на протеиновые тела. Там же, 1906, т. XLV, стр. 321 — 325.
21. О содержании жира, лецитина, холестерина и железистого альбумината в печени грудных детей. Журнал Акушерства. СПб., 1906, т. XX, стр. 763 — 770.

Работы по химии редких земель.

22. Об одном способе очищения церия и отделения его от тория. 1903.
23. О некоторых соединениях церия. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1906, ч. XXXVIII, стр. 1056, протоколы.
24. О некоторых соединениях церитовых элементов. Фармацевтический Журнал, СПб., 1906, т. XLV, стр. 723 — 725, 743 — 745.
25. О добывании соединений празеодимия. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1906, ч. XXXVIII, стр. 1055 — 1056, протоколы.
26. Об одной реакции на фенолы. Фармацевтический Журнал, СПб., 1906, т. XLV, стр. 10 — 37.
27. О реакции фенолов с солями окиси церия. Там же, 1907, т. XLVI, стр. 96 — 97.
28. О приготовлении чистых препаратов солей иттрия. Там же, 1907, т. XLVI, стр. 18.
29. Über eine Absorptionsverbindung von basischen Praseodymacetat mit Jod. Chemiker Zeitung, 1906, Bd. XXXI, p. 45 (ср. статью Biltz в Ber. Chem. Ges., 1904, Bd. XXXVII, p. 719).
30. Über eine Methode zur Darstellung von reinen Praseodymverbindungen. Chemiker Zeitung, 1906, Bd. XXXI, p. 115.
31. Über ein neues Neodymsalz. Chemiker Zeitung, 1907, № 90.
32. Über eine Methode zur Darstellung von reinen Praseodymverbindungen. Chemiker Zeitung, 1907.
33. Über die Verarbeitung der Monazitrückstände auf grünes Neodymchromat und auf reine Cersalze. Chemiker Zeitung, 1907, № 44 (cf. Chemiker Zeitung, 1906, p. 733).
34. Определение шавелевой кислоты в моче с помощью солей тория. Фармацевтический Журнал, СПб., 1907, т. XLVI, стр. 1 — 2.
35. О двойных соединениях сернокислого лития с сернокислыми солями церитовых элементов. СПб., 1909.
36. Über die Darstellung und einige Eigenschaften des Skandiumplatin-cyanürs. Chemiker Zeitung, 1912, № 145, p. 1407.

Работы по химии других мало распространенных химических элементов.

37. Über den Selengehalt der Schwefelsäure. Chemiker Zeitung, 1901, Bd. XXV, p. 66.
38. Über die Darstellung von antimonfreiem Arsen. Ibidem, 1901, Bd. XXV, p. 290.
39. Über die Zusammensetzung des käuflichen amorphen Bor. Ibidem, 1901, Bd. XXV, p. 465.
40. Соли урана как реагент на фенолы. Фармацевтический Журнал, СПб., 1902, т. XLI, стр. 267.
41. К характеристике соединений четырехатомного урана. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1902, ч. XXXIV, стр. 375 — 380.

42. О восьмиводном гидрате сернокислой закиси урана. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1902, ч. XXXIV, стр. 381 — 383, 437, протоколы.
43. О некоторых основных солях четырехатомного урана. Там же, 1903, ч. XXXV, стр. 513.
44. О некоторых новых солях трехатомного кобальта и четырехатомного урана. Там же, 1903, ч. XXXV, стр. 1010, 1247—1249.
45. Раствор хлороплатината цезия, как реагент на таллий. Фармацевтический Журнал, СПб., 1903, т. XLII стр. 1657 — 1658.
46. О двойной соли щавелевокислой окиси кобальта и щавелевокислого лития. Там же, 1904, т. XLIII стр. 373 — 375.
47. Zur Technik der Analyse von Platinmetallen. Chemiker Zeitung, 1906, Bd. XXX, p. 714—715.
48. Über einige Reaktionen des Quecksilberjodids. Ibidem, 1906, № 104 (cf. ibidem, 1906, p. 704).
49. Über die Zusammensetzung und einige Eigenschaften des neutralen Uranylchromates. Ibidem, 1907, № 29.
50. Über das Goldchromat. Ibidem, 1907, № 95.
51. Über die Einwirkung des Osmiumperoxydes auf lösliche Metalljodide. Ibidem, 1907, № 85.
52. Über den Nachweis von Ruthenium in den Platinlegierungen. Ibidem, 1908, № 7.
53. О ванадиевоцезиевых квасцах. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1908, ч. XL, протоколы 1615 — 1616.
54. Исследование четырехфтористого урана. Химик и Фармацевт, 1908.
55. О хромовокислых солях бериллия. Там же, 1909, № 15.

Работы о сере.

56. О реакции образования зеленого видоизменения серы. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1901, ч. XXXIII, стр. 40.
57. Новый случай образования голубой (или зеленой) серы Велера. Там же, 1901, ч. XXXIII, стр. 397 — 400, 400 — 403.
58. К вопросу о существовании голубого или зеленого видоизменения серы. Там же, 1902, ч. XXXIV, стр. 52 — 67.

Работы по исследованию вод и минеральных грязей.

59. Некоторые замечания об анализе минеральных и питьевых вод. Фармацевтический Журнал, СПб., 1901, т. XL, стр. 2—3, 26—27, 47 — 48, 71 — 73.
60. Химический очерк солеварения в Старой-Руссе. Там же, 1901, т. XL, стр. 551 — 552, 567 — 568, 599 — 600.
61. Состав минеральной воды и грязи из Солигалича, Костромской губернии. Там же, 1902, т. XLI, стр. 891, 911 — 912.
62. О растворимости гипса в присутствии хлористых металлов. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1902, ч. XXXIV, стр. 949—951.

63. Особенности, замечаемые при сильном сгущении вод поваренной соли. СПб., 1903.
64. Анализ грязи из Мацесты, Сочинского округа. СПб., 1903.
65. Анализ Кеммернского лечебного торфа. СПб., 1903.
66. Определение рубидия и цезия в Старорусской минеральной воде. Фармацевтический Журнал, СПб., 1903, т. XLII, стр. 533 — 535.
67. Определение рубидия и цезия в минеральной воде и рассолах. Журн. Русск. Физ.-Хим. О-ва, СПб., 1903, ч. XXXV, стр. 91.
68. Анализ питьевой воды г. Новгорода. Фармацевтический Журнал, СПб., 1903, т. XLII, стр. 173 — 174, протоколы.
69. Анализ воды и ила источников Танхэ в Манджурии. Там же, 1903, т. XLII, стр. 1301 — 1304.
70. О некоторых минеральных источниках Новгородской и Псковской губерний. Там же, 1903, т. XLII, стр. 1373 — 1374.
71. Некоторые химические наблюдения над Старорусскими минеральными водами. Там же, 1903, т. XLII, стр. 1897 — 1899.
72. Мысли о мерах исследования и очищения питьевой воды на театре военных действий. Там же, 1904, т. XLIII, стр. 1355—1356.
73. Об анализах воды на театре военных действий. Там же, 1906, т. XLV, стр. 1—9, 23—24.
74. Бальнеохимические исследования, произведенные в лаборатории при Старорусских минеральных водах летом 1906 года. Русский Врач, СПб., 1907, т. VI, стр. 859 — 864.
75. Об источниках № 17 и № 18 в Эссенуках с химической точки зрения. Труды О-ва Врачей, практикующих на Кавказских минеральных водах, за 1909 г. Москва, 1910, стр. 125, протоколы.
76. О задачах изучения грязеобразовательного процесса. Записки Русского Бальнеолог. О-ва в Пятигорске, 1909 — 1910, т. XI, № 1.
77. Тамбуканская грязь. Анализ и очерк фармакогнозии грязи. Издание Управления Кавказских Минеральных вод, 1911 г.

Работы по химическому исследованию минералов и горных пород.

78. О марганцовистых прослойках в Пятигорском травертине. Химик и Фармацевт, СПб., 1910, №№ 1, 3, 5 и 6.
79. Анализ некоторых минералов из района Кавказских минеральных вод. Записки Русского Бальнеолог. О-ва в Пятигорске 1910, т. IX, № 2.
80. Анализ некоторых силикатовых минералов Пятигорского района. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1911, т. XIII, вып. 1 — 2, стр. 21 — 32.
81. О составе датолита с горы Машук и о способах определения борной кислоты в минералах. Там же, 1911, т. XIII, вып. 5 — 6, стр. 146 — 148.
82. В статье П. Н. Чирвинского (Изв. Донск. Полит. Инст., 1913, т. II, отд. 2, стр. 175 — 218) приведены многочисленные анализы Н. А. Орлова пород мелового возраста из г. Кисловодска.

83. (Совместно с П. Н. Чирвинским). Цеолиты Кара-Дага в Крыму. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1913, т. XV, вып. 4—5, стр. 144—148.
84. (Совместно с П. Н. Чирвинским). К минералогии Кавказа и Крыма. Там же, 1914, т. XVI, вып. 9, стр. 246—268.

Прочие работы.

85. (Совместно с П. К. Горст). Лабораторные заметки. Фармацевтический Журнал, СПб., 1901, т. XL, стр. 91—92, 115—116, 135—136.
86. Лабораторные заметки. Там же, 1902, т. XLII, стр. 379—381.
87. О фосфоресцирующих веществах. Там же, 1906, т. XLV, стр. 658—661, 703—705.

Новочеркасск. Май 1919 г.
Кабинет Прикладной Минералогии и Геологии Донского Политехнического Института.

Бариты Тюя-Муюнского радиевого рудника.

Л. Л. Солодовниковой.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения Физико-Математических Наук 20 января 1926 года).

Тюя-Муюнский рудник находится в северных предгорьях Алайского хребта, в 62 км к юго-востоку от ст. Федченко (Ср.-Аз. ж. д.). Он расположен на южном склоне широтно идущего гребня, носящего название Тюя-Муюн.

В западном окончании своем гребень расчленен поперечными понижениями на ряд отдельных вершин: крайняя западная носит название Западной горы и лежит совершенно изолированно на расстоянии 1 км от рудника; к востоку от нее лежит гора Академическая, от которой отделена небольшой седловиной главная Радиевая гора. Еще далее к востоку за перевалом Тюя-Муюн находится гора Баритовая, отделенная от восточного продолжения гребня глубоким ущельем Танге, по которому протекает река Араван.

По данным Щербакова¹ Тюя-Муюнский гребень сложен слоистыми палеозойскими известняками, стоящими на головах. С севера и юга известняки зажаты в углистые (иногда кремнистые) сланцы; к востоку и западу они исчезают под покровом третичных и более молодых конгломератов. Наряду с мелкими сдвигами и сбросами, в известняках Тюя-Муюна наблюдаются многочисленные трещины кливажа, которые пересекают их в разнообразных направлениях. Кроме того, известняки несут следы значительного карстового выветривания; в гребне имеется ряд полостей и пещер карстового типа. Осо-

¹ Д. П. Щербakov. Месторождения радиоактивных руд и минералов Ферганы и задачи их дальнейшего исследования. Материалы КЕПС, 1924 г., № 47.

бенно часто они наблюдаются в северо-восточной части Баритовой горы. Форма карстовых полостей весьма разнообразна и в общем довольно неправильна.

Большинство исследователей¹ Тюя-Муюнского радиевого месторождения относят его к типу заполнения карстовых полостей. Рудное вещество отложилось здесь как на стенках карстовых полостей, местами выполнив их нацело, так и по некоторым трещинам. О характере и форме оруденения Тюя-Муюна можно судить по так называемой Главной рудной жиле² (южный склон Радиевой горы), по головам многочисленных померных жил рудного поля (северный и южный склоны гребня) и по карстовым полостям гребня, в частности по Большой Баритовой пещере (южный склон Баритовой горы).

Среди минералов наибольшим распространением в данном районе пользуется барит. На протяжении 16 км в известняках Тюя-Муюнского гребня и его продолжений обнаружено до 50 отдельных месторождений барита, часто в виде жил до 1 м мощности. В настоящее время бариты известны также в Кара-Талпской гряде, в сланцевой свите и изверженных породах по обе стороны гребня.

Барит, быть может и не связанный с рудным процессом, принимает существенное участие в строении рудных жил, а также в образовании кристаллических корок и карнизов на стенках карстовых полостей.

До сего времени бариты эти не были предметом специального исследования. Материалом для моей работы послужили обширные минералогические коллекции, собранные в разное время лицами, посетившими рудник,³ и находящиеся в настоя-

¹ В. И. Вернадский. О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской Империи. Труды Радиевой Экспедиции РАН 1914 г., № 1, стр. 67. — С. П. Александров. Тюя-Муюнская радиевая экспедиция 1922 г. Горн. Журн., 1923, № 10—12, стр. 415—416. — С. П. Александров. Радиевая промышленность России. Горн. Журн., 1924, № 1, стр. 15. — А. Е. Ферсман. Тюя-Муюнский радиевый рудник. Природа, 1924 г., № 1—6, стр. 57. — А. Е. Ферсман и Д. И. Щербаков. Тюя-Муюнское месторождение радиевых руд в Фергане. Научно-Техн. Отд. ВСНХ, 1925, № 74.

² Название „жила“ я употребляю, придерживаясь условной терминологии, принятой на руднике и в научных статьях и отчетах, касающихся Тюя-Муюна.

³ К. А. Ненадкевич в 1908 г., Д. И. Щербаков в 1920 г., акад. А. Е. Ферсман в 1924 и 1925 гг.

щее время в Минералогическом Музее АН; пользуюсь случаем принести академику А. Е. Ферсману свою благодарность за предоставление в мое распоряжение этих коллекций. Осенью 1924 г. мне удалось лично посетить Тюя-Муюн и на месте ознакомиться с условиями нахождения и залегания баритов в рудных жилах и естественных пещерах и собрать некоторый дополнительный материал.

Мною осмотрены на месте залегания и изучены бариты из Главной рудной жилы, жил №№ 3, 4 и 7, Большой Баритовой пещеры и Академической жилы. Измерения кристаллов производились с помощью теодолитного гониометра проф. V. Goldschmidt'a.

Главная рудная жила.

1. Особого внимания заслуживает Главная рудная жила, которая ко времени моего посещения рудника была вскрыта до глубины 114 м. По литературным данным верхний горизонт ее, к которому относится так называемая Желтая пещера, представляет систему взаимно связанных пещер и ходов; средний горизонт, так называемая Зеленая пещера, представляет собою вертикально вытянутую колоколообразную полость, связанную естественным ходом с пещерами верхнего горизонта, а также с нижней частью жилы. Нижний горизонт ее представляет спирально углубляющееся трубчатое тело, эллиптического сечения, с появляющимися в местах поворота раздутиями. Средние размеры его поперечного сечения 3—4 м по длинной оси эллипса. На глубине 80 м трубчатое тело сменяется так называемой Белой пещерой—небольшой, до 11 м по оси трубки, полостью, за которой снова идет трубчатое тело, открывающееся на глубине 114 м в свободную полость до 28 м длиною.

В самом рудном теле Главной жилы имеются также свободные полости; в одних случаях они как бы отпущены и выстланы кристаллами кальцита или барита и остались пустыми, в других случаях они занимают центральное положение и частично выполнены красными продуктами выщелачивания известняков и рудного тела (*terra rossa*). Схема строения тела Главной жилы в ее нижнем горизонте дана акад. А. Е. Ферсманом.¹ Эта схема с очень небольшими отклонениями выдерживается почти для всех жил рудного поля.

¹ Op. cit.

По этой схеме тело Главной рудной жилы имеет зонарное сложение. Идя от края жилы к ее центру, мы имеем такую последовательность отложений: полость в мраморовидном известняке (коренная порода) выстилается лучисто-шестоватым белым кальцитом (K_I^a);¹ в лежащем боку жилы на него налегает мощное (до 1,5 м) слоистое образование, носящее характер сталагмитовой коры, условно названной 1-ой (K_I^b); затем следует так называемый „рудный мрамор“ — оруденелый крупно-зернистый темно-серый известняк (K_{II}) различной мощности (от 2 м до полного выклинивания); в последнем находятся различные рудные скопления и небольшие полости, выстланные различными минералами, чаще всего кальцитом, баритом и туюмунитом.

II. Барит встречается здесь в нескольких кристаллических разновидностях.

1. Радиометрическими измерениями, произведенными в Радиевом Институте, установлено, что одна из этих разновидностей радиоактивна, причем активность ее может быть выражена следующей величиной: $1,16 \cdot 10^{-6}$ Ra элемента на 1 гр соли $BaSO_4$. Кристаллы радиоактивного барита представляют мелкие, в 1—3 мм по оси *b* и 0,1—0,25 мм по оси *c*, прозрачные медово-желтые таблички ромбического горизонтального сечения. Наиболее типичный кристалл* радиоактивного барита изображен на рис. 1. Укороченные по оси *c* таблички радиоактивного барита

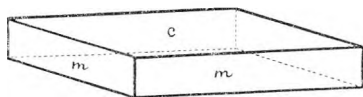


Рис. 1.

располагаются тесными группами и небольшими розетками на стенках пустот рудного мрамора и сопровождаются кристаллическими чешуйками обычно желтого туюмунита, который

всюду налегает на барит и выполняет промежутки между отдельными кристаллами его; иногда радиоактивный барит сопровождается хорошо образованными мелкими желтоватыми и прозрачными кристаллами кальцита. При измерении 6-ти лучших кристаллов этого барита были обнаружены следующие формы: *c* — {001}, *b* — {010}, *o* — {011}, *z* — {111}, *P* — {116}, *m* — {110}.

В табл. I приведено число наблюдаемых граней каждой формы во всех измеренных кристаллах, общее число измеренных граней и число граней каждой встречаемой формы в % %.

¹ Мною сохранены обозначения акад. А. Е. Ферсмана.

Таблица I.

№№ кристаллов.	c {001}	b {010}	o {011}	P {116}	z {111}	m {110}
1	2	1	—	—	—	4
2	2	—	—	—	—	4
3	2	1	1	—	1	4
4	2	2	—	1	—	4
5	2	—	—	—	1	4
6	2	—	1	—	—	4
Всего граней.	12	4	2	1	2	24
В %%.	100	33,3	8,33	2,08	4,17	100

На кристаллах господствуют {001} и {110}; остальные формы встречаются редко и имеют самые незначительные размеры. Господствующие формы имеют ровные и блестящие грани, от которых при измерении получены одиночные, реже многократные, ясные сигналы, связанные между собой слабым лучом. {011} сигнала вовсе не дает и могла быть установлена лишь по очень слабым отблескам. Формы {111}, {116} и {010} представлены на некоторых кристаллах (см. табл. I) заметными лишь в лупу матовыми полосками, причем сигналы их едва уловимы. Иногда внутри кристаллов наблюдаются параллельно {010} бурые полоски; можно предполагать, что они представляют собою след значительно развитых ранее, но исчезнувших по мере роста кристалла, граней {010}.

Вследствие несовершенства сигналов, полученных при измерении от кристаллических граней радиоактивного барита, я не привожу результатов измерений и не даю для них величины отношения осей.

Бариты эти обнаруживают значительное сходство в кристаллографическом отношении с одной из генераций радиоактивного барита из Шибукуро (Япония), описанного R. Ohashi.¹ Радиобарит этот встречен на стенках трещин, в виде хорошо образованных мелких толсто-табличатых кристаллов, на которых установлены формы: c — {001}, m — {110}, b — {010}, z — {111}.

¹ R. Ohashi. Zeitschr. f. Kryst., Bd. LIX, H. 2 — 3, p. 278.

Весьма близки также к радиоактивным баритам Тюя-Муюна по своему габитусу и развитым формам бариты Карлсбадских терм, указание на которые мы встречаем у Knett'a.¹

Кристаллы барита Карлсбадских терм имеют вид узких табличек, уплощенных по (001); длина их от 2 до 6 мм, толщина от 0,25 до 1 мм. От незначительной примеси железа они окрашены в желтоватый цвет. Кристаллы эти были измерены Славиком, но результаты измерений в работе Knett'a не помещены и самим Славиком не опубликованы. По сообщению Славика акад. Ферсману, на кристаллах всегда присутствуют грани (001) и (110), иногда к ним присоединяются также (102) и (111) в виде маленьких треугольных площадок. По исследованию Knett'a все бариты Карлсбадских терм также оказываются в большей или меньшей степени радиоактивными. Определяя активность баритов по степени действия их на светочувствительную пластинку, автор заметил, что одни кристаллы быстрее и сильнее разлагают светочувствительный слой фотографической пластинки, чем другие. Даже отдельные грани одного и того же кристалла обнаруживают явно различное действие. Сильнее излучают узкие призматические грани (110), чем грани базиса (001). От кристалла радиоактивного барита на светочувствительной пластинке не получается однородного черного пятна, а остается светлое поле, окаймленное темной полоской, которая возникает от ребер кристалла. Отсюда автор делает заключение, что кристаллы барита Карлсбадских терм не представляют собою изоморфную смесь $(\text{Ba}, \text{Ra})\text{SO}_4$, а может быть содержат только механические включения RaSO_4 , распределенные в массе BaSO_4 .

2. В более крупных пустотах рудного мрамора, не содержащих туюмунита, изредка наблюдаются абсолютно прозрачные светлые янтарно-желтые или бесцветные толсто-табличатые кристаллики барита, достигающие 2—4 мм по оси а и b и 1—2 мм по оси с. Эти кристаллы дали отрицательные результаты на присутствие в них радиоактивного начала. Они сидят обычно малочисленными и редкими группами, прикрепляясь плоскостью базопинакоида к стенкам полости. Наиболее типичный кристалл такого барита изображен на рис. 2.

¹ J. Knett. Indirekter Nachweis von Radium in den Karlsbader Thermen. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften, Bd. CXIII, IIa, pp. 753 — 762.

Из этой группы баритов мной измерено 5 лучших кристаллов, на которых установлены формы: c — $\{001\}$, m — $\{110\}$, o — $\{011\}$, b — $\{010\}$, z — $\{111\}$, P — $\{116\}$, η — $\{320\}$ и λ — $\{210\}$ (см. табл. II). Четыре первые формы развиты на всех кристаллах и определяют собою внешний облик их. Обычно ровные и блестящие грани этих форм дают хорошие одиночные сигналы. $\{320\}$ и $\{210\}$ представляют очень редкие и слабо развитые формы. Лучи намечаются как в призматической зоне, так и в поясе $\{001\}:\{110\}$. Изредка на кристаллах появляется основная пирамида $\{111\}$ в виде

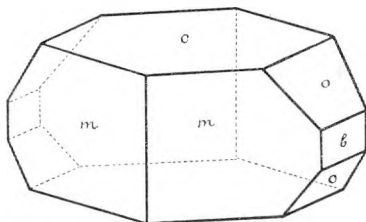


Рис. 2.

очень узких полосок со слабыми сигналами. В отсутствии $\{111\}$ иногда наблюдается $\{116\}$, в виде притупления на ребре $\{001\}:\{110\}$; ему соответствует слабое утолщение на вышеупомянутом луче.

Таблица II.

№№ кристаллов.	c $\{001\}$	b $\{010\}$	o $\{011\}$	P $\{116\}$	z $\{111\}$	m $\{110\}$	η $\{320\}$	λ $\{210\}$
1	2	2	4	—	—	4	—	—
2	2	1	3	—	—	4	—	—
3	2	2	4	—	—	3	—	—
4	2	2	4	2	—	4	—	—
5	2	2	4	—	4	4	2	2
Всего граней.	10	9	19	2	4	19	2	2
В %%.	100	100	100	5	10	100	10,53	10,53

Угол φ для основной ромбической призмы колеблется в пределах от $50^{\circ}32'$ до $51^{\circ}14'$; в среднем он равен $50^{\circ}49'05''$. Пределы колебаний для угла ρ формы $\{011\}$ соответствуют: $52^{\circ}36' - 53^{\circ}04'$; вычисленное среднее равно $52^{\circ}43'10''$. На основании полученных от измерения средних значений для угла φ $\{110\}$ и угла ρ $\{011\}$, вычислено отношение осей $a:b:c = 0,81505:1:1,3136$.

3. Кроме описанных баритов в массе рудного мрамора рассеяны в довольно большом количестве одиночные пластинчатые кристаллы барита иного типа. Грязно-серые, как бы разведенные, с матовыми гранями, пластинки эти различным образом ориентированы в рудном мраморе и, в отличие от вышеуказанных, имеют *прямоугольное* горизонтальное сечение. На них развито всего лишь 3 формы: {001}, {011} и {102}, причем базис всегда преобладает в развитии, благодаря чему кристаллы кажутся укороченными по оси *c*. Из двух призм всегда в большей или меньшей степени преобладает по своим размерам {102}; поэтому кристаллы несколько удлинены по оси *b*. Размеры по этой оси колеблются от долей мм до 1 см. Наиболее типичный кристалл такого барита представлен на рис. 3.

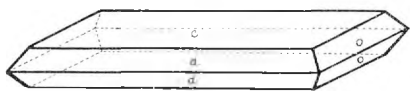


Рис. 3.

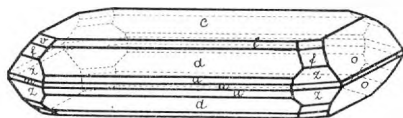


Рис. 4.

Вследствие несовершенства граней, кристаллы эти точному измерению не поддаются. Полученные при измерении едва уловимые сигналы дали возможность установить лишь формы.

В рудном мраморе изредка наблюдаются псевдоморфозы туюмунита по бариту. Кристаллы этих псевдоморфоз представляют простую комбинацию форм: {001}, {011} и {102}, т.е. вполне тождественны с только что описанным баритом.

В сталагмитовой коре I-ой, а также в рудном мраморе, нередко встречаются псевдоморфозы какого-то медного, ближе неопределимого, минерала по листоватому бариту.

4. В крупно-зернистом розовом мраморовидном известняке имеются небольшие пустотки, выстланные мелкими, от 2 до 5 мм по оси *b*, толсто-табличатыми буровато-желтыми кристаллами барита, которые обычно сопровождаются хорошо образованными бесцветными кристаллами кальцита. При измерении 5 лучших кристаллов этого барита установлены следующие 26 форм: *c* — {001}, *o* — {011}, *b* — {010}, *l* — {104}, *d* — {102}, *u* — {101}, *a* — {100}, *z* — {130}, *n* — {120}, *m* — {110}, *h* — {540}, *π* — {530}, *η* — {320}, *λ* — {210}, *β* — {310}, *j* — {1.1.10}, *k* — {118},

P — {116}, v — {115}, q — {114}, f — {113}, r — {112}, R — {223}, z — {334}, z — {111}, p — {221} (рис. 4).

Преобладающими по развитию здесь оказываются: {001}, {011} и {102}, так что по своему габитусу эти кристаллы соответствуют прямоугольным пластинкам барита, изображенным на рис. 3. Различие их заключается лишь в том, что эти бариты богаче формами, и кроме того на них появляются 2 новых пояса: призматический и пояс пирамид основного ряда.

Доминирующие на этих кристаллах формы, {001}, {011}, и {102}, имеют ровные и блестящие грани, от которых получены хорошие одиночные или двукратные сигналы.

Пинакоиды {100} и {010} присутствуют в виде широких, блестящих полосок с ясными сигналами. {100} иногда иштрихован параллельно ребру с {110}; тогда сигнал от него лежит на ясном луче к последней.

В поясе {h0l} формы {104} и {101} развиты значительно слабее, чем {102} и {100}. Лучи в этом поясе довольно обычны.

{130} и {120} — сравнительно редкие и слабо развитые призмы, представленные узкими полосками, притупляющими ребро (110): (010); одновременно на одном кристалле формы эти никогда не встречаются, и, при наличии одной, другая отсутствует. Основная ромбическая призма {110} хорошо развита на всех кристаллах и обычно дает одиночные сигналы, связанные лучом с сигналом формы {111}. Изредка она иштрихована параллельно ребру с {100}, и тогда дает многократные сигналы; последние при этом смещены почти на целый градус относительно нормального их положения в сторону к {100} и лежат на луче. Луч обычно доходит до сигнала призмы {210}. Наиболее резкие среди этих сигналов отвечают положению граней (540), (530) и (320) и получаются от отдельных полосок среди указанной комбинационной штриховки на гранях (110). Только в одном случае последние 3 формы были развиты в виде самостоятельных узких полосок на ребре (110): (210). Призма {210} довольно обычна, хотя и слабо развита; дает ясный сигнал на луче к {110}. {310} изредка притупляет ребро (210): (110); ее измерения дали для угла $\varphi 74^{\circ}38'$.

В поясе {hkl} доминирует основная пирамида {111}, которая представлена широкими блестящими гранями с прекрасными одиночными сигналами, расположенными на ясном луче к базопинакоиду. Нередко грани {111} несут штриховку параллельную

ребру с $\{001\}$, причем получается целая цепь сигналов, из которых наиболее ясные в сторону к $\{001\}$ отвечают формам $\{334\}$, $\{223\}$, $\{112\}$, $\{113\}$, $\{114\}$, $\{115\}$, $\{116\}$, $\{118\}$ и $\{1.1.10\}$. Все эти сигналы связаны между собой резким лучом. В противоположную сторону к $\{110\}$, луч значительно ослабевает; единственный ясный сигнал, на нем имеющийся, соответствует пирамиде $\{221\}$. Формы $\{113\}$ и $\{115\}$ на некоторых кристаллах хорошо развиты, но всегда подчинены основной пирамиде $\{111\}$. Нередко они, так же как и $\{111\}$, представлены штрихованными гранями. Все остальные формы этого пояса очень редки и слабо развиты; чаще они присутствуют в виде отдельных полосок среди штриховки на гранях хорошо развитых пирамид, либо притупляют ребра между ними.

Следовательно, на кристаллах этой группы преобладает по своему развитию пояс призм II рода; два другие пояса — призматический и пояс пирамид основного ряда — характеризуются присутствием большого числа форм и наиболее постоянных и ясных лучей.

5. В лежащем боку Главной жилы, в ее нижнем горизонте, в массе рудного мрамора наблюдаются выделения послыбно расположенных темно-коричневых, иногда почти черных, скоплений, плотных или мелко-зернистых, которым дают наименование „первичных рудных скоплений“. ¹ При растворении их в слабой соляной кислоте, выпадают бурые тонкие пластинки барита от 1 до 5 мм длиною. Пластинки эти всегда вытянуты по оси b , имеют прямоугольное горизонтальное сечение и образованы формами: $\{001\}$, $\{102\}$, $\{104\}$ и одной из форм пояса $\{0kl\}$. ² Последняя не могла быть точно установлена, вследствие дурной сохранности ее граней, которые сигналов вовсе не дают, а лишь очень слабые отблески. Однако, можно с уверенностью говорить о том, что эта форма обладает очень малым углом ρ , находящимся в пределах между 10° и 20° , что соответствует положению форм от $\{018\}$ до $\{014\}$.

Базопинакоид хорошо развит на всех кристаллах; его ровные и блестящие грани дают прекрасные одиночные сигналы и изредка лучи, направление которых определяется углом $\varphi 50^\circ 50'$, что

¹ Акад. А. Е. Ферсман.

² Вследствие тонкости и хрупкости пластинок головки их всегда были обломаны, так что при измерении приходилось пользоваться обломками кристаллов.

соответствует поясу основной пирамиды. На одном из 10 измеренных более крупных кристаллов наблюдалась небольшая полоска, которой соответствовало утолщение на упомянутом луче. Положение этой полоски определяется углами ρ около 20° и φ около 51° , что довольно близко стоит к теоретическим углам пирамиды $\{116\}$. Этого мне кажется достаточно, чтобы предположительно говорить о существовании на этих кристаллах пояса $\{hkl\}$.

$\{102\}$ хорошо развита на всех кристаллах, но всегда подчинена в развитии $\{001\}$. Хорошие одиночные сигналы ее дали при измерении $38^\circ 43'$. Форма $\{104\}$ присутствует на большинстве кристаллов с неполным числом граней. Она развита либо наравне с $\{102\}$, либо несколько слабее последней и дает удовлетворительные одиночные сигналы; угол ρ ее в среднем $21^\circ 43'$. На более мелких кристаллах грани $\{102\}$ и $\{104\}$ имеют матовую поверхность и сигналов не дают. Барит этот оказался также радиоактивным.

Активность его в три раза превышает активность соответствующего ему по весу количества U_3O_8 в радиоактивном равновесии.¹

III. На размытой поверхности рудного мрамора, по направлению к центру трубчатого тела залегает толща барита. Она состоит из кирпично-красным листоватым баритом (B_I) различной мощности (до 1,5 м и больше), переходящим в частях, обращенных к центру, в прозрачный желтоватый или бесцветный барит с характерным бурым зонарным окрапиванием (B_{II}). Мощность последнего в общем незначительна; она измеряется обыкновенно сантиметрами и только в некоторых случаях достигает до 0,4 м. Зонарный барит закапчивается кристаллическими головками, причем в зависимости от мощности слоя барита и от характера пустоты, в которой развивались эти головки, они имеют различный кристаллографический габитус. Кристаллы встречаются также и в самой массе сплошного зонарного барита.

1. Красный барит имеет листоватое, местами перистое строение и состоит из отдельных неделимых, уплощенных по оси с и налегающих друг на друга плоскостью базопинакоида; вытягиваясь по оси а, они образуют длинные тонкие листочки или перышки.

¹ Д. И. Щербakov. Loc. cit.

Окраска красного барита обусловлена содержанием в нем окиси железа, которое доходит до 2,38%. Анализ одного образца красного барита, взятого из переднего забоя нижнего горизонта (76 м), произведенный в лаборатории Радиевого Института П. А. Волковым, дал следующие результаты:

	%%	Молекулярные числа.		Молекулярные отношения.
BaSO ₄	96,52	—	—	—
Fe ₂ O ₃	2,38	—	—	—
SiO ₂	0,07	0,0011609	1	2
Al ₂ O ₃	0,74	0,0072407	6,24	12,48
Потеря при прокаливании.	0,24	0,0133185	11,48	22,96
С у м м а	99,95	—	—	—

Кроме того, в нем качественно обнаружены следы ванадия, меди и закиси железа.

Таким образом, к красному бариту оказываются примешанными, главным образом, окись железа и, в очень малых количествах, каолинит и гидрат окиси алюминия. Этот пигмент по своему составу не соответствует так называемой „terra rossa“ данного месторождения, в которой Al₂O₃ преобладает над Fe₂O₃.

Количество пигмента в красном барите, повидимому, постоянно, так как местами барит имеет более бледную окраску. Железистый пигмент распределен в барите более или менее равномерно, выполняя промежутки между отдельными пластинками его и образуя как бы цемент, связующий тонкие листочки бесцветного непигментированного барита. Своеобразная структура и состав красного барита обуславливаются, повидимому, его кристаллизацией в вязкой коллоидной железистой среде.

2. Прозрачный барит, сменяющий красный листоватый барит, в массе представляется сплошным, не имеющим кристаллографических очертаний. При разбивании кусков его по спайности (001) на сравнительно тонкие пластинки, наблюдается резко выраженное зонарное строение его: в прозрачной однородной массе барита отчетливо видны две системы резких бурых полосок, расположенных перпендикулярно друг к другу и определенно ориентированных относительно направления

спайности по (110). Установлено, что направление этих полосок соответствует направлениям осей а и в. Толщина полосок, равно как и расстояние между ними, значительно варьируют; однако, намечается, что расстояние между зонами по оси в всегда несколько больше, нежели по оси а.

Слой сплошного зонарного барита заканчивается обыкновенно крупными (до 5 см) кристаллическими головками. Они имеют вид табличек ромбического или эллиптического поперечного сечения. Длинная ось эллипса соответствует оси в. Внешний табитус этих табличек определяется преобладающим развитием основной ромбической призмы, базопинакоида и одной из форм

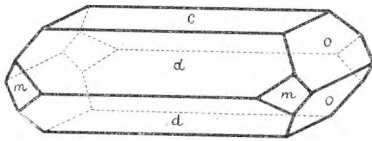


Рис. 5.

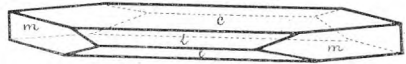


Рис. 6.

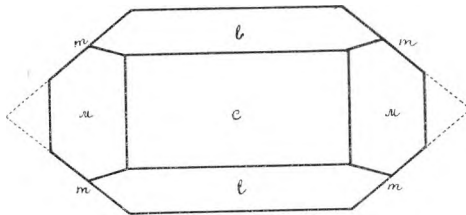


Рис. 7.

{hol} с небольшим углом ρ , чаще всего {104}. Иногда присутствует на них второй пинакоид. Пояс (okl) либо совершенно отсутствует (см. рис. 6), либо в нем появляется единственная форма М, с малым (около 15°) углом ρ (см. рис. 7), ближе неопределимая, вследствие несовершенства граней ее. Последние разрезаны и покрыты красной железистой массой.

Кристаллы нередко представляют собою многократные параллельные сростки по (001).

На пластинках, выбитых по спайности, отчетливо наблюдается зонарное строение этих кристаллов, причем бурые полоски здесь идут не только по направлению осей а и в, но и по другим направлениям, соответствующим положению различных

кристаллографических форм. При изучении системы этих полосок и направления их, отчетливо вырисовывается, что по мере роста кристалла происходило преобразование его габитуса и последовательное замещение одних форм другими.

В простейшем случае ядро таких кристаллов представляет *прямоугольную* пластинку (см. рис. 3), состоящую из трех форм: $\{001\}$, $\{011\}$ и $\{102\}$. В некоторых случаях удается даже выбить такую пластинку, составляющую ядро кристаллов. В дальнейшем углы этой прямоугольной пластинки притупляются, и появляется форма (110) , которая, увеличиваясь в своих размерах, становится с течением времени доминирующей, либо даже единственной формой на кристалле. На рис. 8

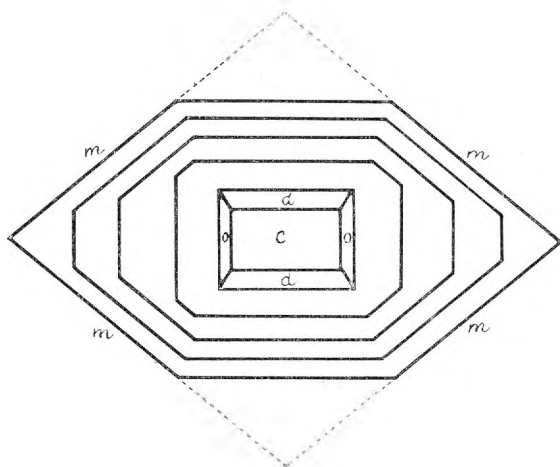


Рис. 8.

дана схема тех преобразований, которые претерпевает внешний облик кристаллических головок зонарного барита по мере их роста.

Единственная для ядра кристаллов форма $d - \{102\}$ в поясе $\{hol\}$, по мере увеличения кристалла, последовательно замещается формами со все уменьшающимися углами ρ . Это совершенно определенно прослеживается на разрезах, проведенных перпендикулярно к плоскости $\{001\}$ и на плоскостях призматической спайности. Схематически это явление, наблюдающееся на всех кристаллах зонарного барита, представлено на рис. 9. В первые стадии роста, к форме $\{102\}$ присоединяется $\{103\}$ в виде очень узкой полоски, которая при дальнейшем росте кристалла начи-

нает вытеснять первую и, наконец, совершенно ее замещает. В следующий момент в этом поясе появляется $\{104\}$ в виде притупляющей ребро $(103):(001)$ полоски, которая, увеличиваясь в своих размерах за счет $\{103\}$, нацело ее под конец вытесняет. В некоторых случаях замещение это идет еще дальше, и появляется форма $\{106\}$, либо даже $\{108\}$, одна из которых и сохраняется на крупных кристаллах.

В поясе $\{okl\}$, вообще слабо развитом (в смысле количества форм) на кристаллах данного месторождения, в большинстве случаев замещения с ростом кристаллов не происходит. Единственная форма $\{011\}$, прекрасно развитая вначале, с течением времени уменьшается в своих размерах до едва заметной полоски и, наконец, совершенно исчезает. Однако, иногда вместо нее появляется форма M с очень малым углом ρ , колеблющимся около 15° .

В большинстве случаев за баритовой толщей следует слой радиально-лучистого кальцита (K_{III}^A), который покрывает поверхность щеток описанных кристаллов барита. Но иногда кри-

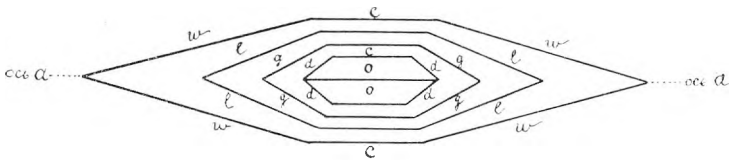


Рис. 9.

сталлы зонарного барита не покрыты слоем кальцита и открываются в свободную полость; они имеют тогда несколько иной габитус (см. рис. 5). В образовании их, наряду с базисом, принимают участие формы $\{011\}$ и $\{104\}$, тогда как основная призма занимает на них подчиненное положение. Нередко $\{104\}$ замещается формами с меньшими углами ρ ; к таким относятся $\{106\}$ и $\{108\}$. Форма $\{102\}$ присутствует на кристаллах в виде очень узких полосок. Грани всех перечисленных форм, за исключением базиса, как бы разъедены и покрыты красной железистой массой. Грани основной призмы изредка представляют скелетные образования.

Эти кристаллы представляют одну из стадий роста вышеописанных кристаллов (см. схему преобразований на рис. 8 и 9).

3. Наблюдаются случаи, когда зонарный барит, обращенный в свободную полость, образует лишь тонкую оторочку на красном

листоватом барите. Оторочка эта состоит обыкновенно из отдельных хорошо образованных кристаллов, которые представляют как бы головки листового барита; нередко удается проследить, что отдельные пластинки красного барита, постепенно теряя окраску, заканчиваются кристаллическими головками зонарного барита, свободно развившимися в полости. Эти кристаллические

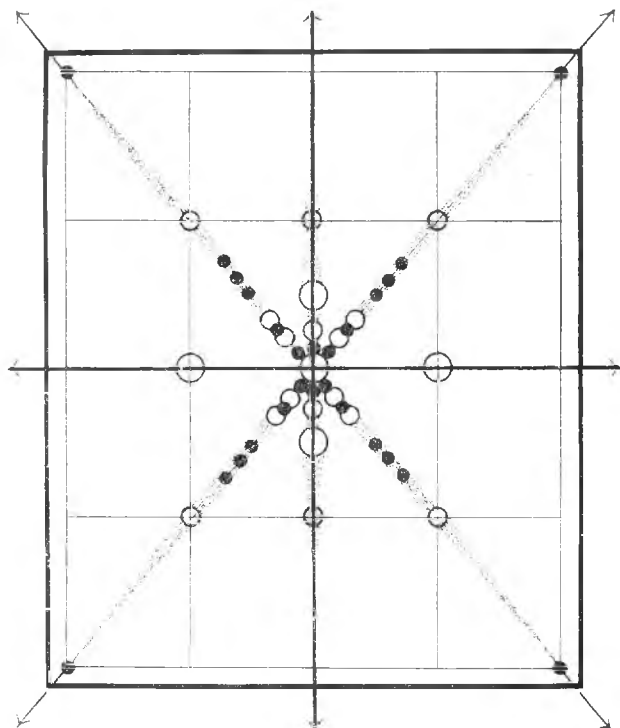


Рис. 10.

головки красного листоватого барита имеют вид уплощенных по (001) пластинок, которые всегда несколько удлинены по оси b , вследствие значительного развития призм II рода. Размеры пластинок в среднем около 5 мм. Измерению было подвергнуто 10 лучших кристаллов. При этом на них обнаружены следующие формы: c — {001}, b — {010}, a — {100}, o — {011}, w — {106}, l — {104}, d — {102}, u — {101}, j — {1.1.10}, k — {118}, P — {116}, v — {115}, q — {114}, f — {113}, r — {112}, R — {223}, z — {334}, z — {111}, p — {221}, m — {110}.

Формы $\{001\}$, $\{011\}$ и $\{102\}$ определяют собою внешний габитус этих кристаллов, которые в простейшем случае имеют вид, представленный на рис. 3. На рис. 4 изображен более богатый формами кристалл.¹ На рис. 10 дана гномоническая проекция всех форм и лучей, наблюдаемых при измерении. Проекция уменьшена в 4 раза. В табл. III (стр. 54) приведено число наблюдаемых граней каждой формы на измеренных кристаллах, общее число измеренных граней и число граней каждой встреченной формы в %%. Ввиду того, что большая часть кристаллов образована лишь с одного конца, при выведении последнего числа, за 100 принималось не теоретически возможное число граней (т.е. 8 для пирамид и 4 для призм), а число граней, возможное для ненарушенной части кристалла. На табл. IV (стр. 55) даны результаты произведенных измерений.

с — $\{001\}$ представлен ровными блестящими гранями, которые дают прекрасные одиночные сигналы, измеримые при увеличении. Изредка они слабо штрихованы параллельно ребру с $\{111\}$ и тогда дают целую цепь слабых сигналов, лежащих на луче к последней.

h — $\{010\}$ обычная, но слабо развитая форма, иногда лишь притупление ребра смежных граней призмы $\{011\}$ со слабым сигналом и слабым лучом к $\{110\}$.

а — $\{100\}$ представлен неширокими полосками, на которых иногда появляется штриховка, параллельная ребру их с $\{110\}$; удовлетворительные сигналы при этом лежат на слабом луче к последней.

о — $\{011\}$ единственная в поясе $\{okl\}$ и хорошо развитая на всех кристаллах форма; однако, грани ее не всегда хорошо сохранились; они то как бы разъедены, то покрыты матовой желтоватой корочкой барита; поэтому получающиеся от них сигналы иногда довольно слабы.

и — $\{101\}$ присутствует в виде нешироких блестящих полосок со сравнительно хорошими сигналами и слабым лучом к $\{102\}$ и $\{100\}$.

Формы d — $\{102\}$ и l — $\{104\}$ развиты на всех кристаллах, причем первая обычно преобладает. На более крупных кристаллах наблюдается обратное отношение. Удастся проследить, как

¹ Мелкие зонарные бариты кристаллографически тождественны с баритом, выстилающим стенки полостей в мраморовидном розовом известняке (см. стр. 44).

Таблица III.

№№ кристал- лов.	c	b	a	o	w	l	d	u	P	v	q	f	r	k	g	z	p	m
	{001}	{010}	{100}	{011}	{106}	{104}	{102}	{101}	{116}	{115}	{114}	{113}	{112}	{223}	{334}	{111}	{221}	{110}
1	2	1	2	2	—	4	4	2	—	4	—	4	—	—	—	4	—	2
2	2	1	2	2	—	4	4	2	—	4	—	4	4	4	4	4	—	2
3	2	1	2	2	4	2	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	4	2
4	2	1	2	2	—	4	4	4	4	4	4	4	—	—	—	4	—	2
5	2	—	2	2	—	4	4	4	4	4	—	4	4	4	4	4	—	—
6	2	—	1	2	—	—	2	2	2	2	2	2	2	2	—	2	2	1
7	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—	2	—	—
8	2	1	1	2	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	—	4	2	2
9	2	—	1	2	—	4	4	4	—	2	—	2	—	2	—	2	—	1
10	2	—	—	2	—	4	2	—	2	2	2	2	2	2	2	2	—	2
Всего граней.	20	6	14	20	10	30	34	26	22	32	14	32	18	22	10	32	8	14
В %%.	100	60	82,35	100	25	88,23	100	76,47	76,7	94,12	41,18	94,12	52,94	64,7	25	94,12	20	87,5

Таблица IV.

Обозначения.	Индексы.	Колесания в измерениях.		С р е д н е е.		В ы ч и с л е н о.	
		ϵ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
o	{011}	—	52°36' — 52°47'	0°	52°42'30"	0°	52°42'30"
l	{104}	89°58' — 90°03'	21°50' — 22°05'	90°	21°55'36"	90°	21°56'55"
d	{102}	89°59' — 90°01'	38°35' — 39°11'	89°59'55"	38°49'48"	90°	38°52'02"
u	{101}	89°58' — 90°02'	58°02' — 58°24'	90°	58°10'30"	90°	58°11'06"
P	{116}	50°44' — 50°59'	19° — 19°23'	50°50'	19°11'50"	50°50'	19°06'41"
v	{115}	50°45' — 50°56'	22°27' — 22°48'	50°49'25"	22°37'40"	50°50'	22°34'40"
d	{114}	50°46' — 50°55'	27°13' — 27°56'	50°50'10"	27°29'15"	50°50'	27°27'50"
f	{113}	50°48' — 50°56'	34°37' — 35°02'	50°49'30"	34°47'	50°50'	34°43'20"
r	{112}	50°45' — 50°55'	46°05' — 46°20'	50°50'	46°09'	50°50'	46°06'36"
R	{223}	50°44' — 50°56'	53°55' — 54°37'	50°49'40"	54°11'25"	50°50'	54°11'24"
z	{111}	50°47' — 50°54'	64°10' — 64°30'	50°50'20"	64°18'50"	50°50'	64°18'45"
m	{110}	50°47' — 50°55'	89°56' — 90°03'	50°50'	90°	50°50'	90°

Отношение осей $a : b : c = 0,81462 : 1 : 1,31309$.

постепенно {104} вытесняет форму {102}. Обе дают прекрасные одиночные сигналы, изредка связанные между собой лучом.

w — {106} наблюдалась на трех кристаллах в виде весьма узких, притупляющих ребро (104):(001), полосок со слабыми сигналами.

Наибольшее значение по количеству развитых форм имеет здесь пояс основной ромбической пирамиды.

{1.1.10} и {118}, очень редкие и слабо развитые формы, встречаются всего лишь на одном кристалле в виде очень узких полосок, от которых наблюдались заметные сигналы, расположенные на луче от сигнала (001). Угол ρ для первой определен в $12^{\circ}01'$ (теоретический $11^{\circ}44'$), для второй в $15^{\circ}27'$ (теоретический $14^{\circ}34'$).

P — {116} узкие гладкие или иштрихованные параллельно с {001} грани с ясными сигналами, которые всегда связаны лучом с {115}.

v — {115} хорошо развитая, нередко доминирующая в поясе {hkl}, пирамида с прекрасными одиночными сигналами. Значительно реже она представлена узкими полосками на ребре (001):(113), которые дают более слабые сигналы, смещенные относительно нормального положения в сторону k {113}.

f — {113} довольно обычная форма. Она развита либо наравне с {115}, либо значительно преобладает над ней, и тогда вообще преобладает в этом поясе. Обычно она сильно иштрихована параллельно ребру с {111} и дает многократные слабые сигналы и ясные короткие лучи в обе стороны в пирамидальной зоне. Среди комбинационной штриховки на гранях ее лежит форма {114}.

z — {111} развита на всех кристаллах, то преобладая в поясе пирамид, то развиваясь наравне с {115} и {113}, то несколько уступая им в развитии. Обычно ровные и блестящие грани ее дают хорошие одиночные или двойные сигналы. Реже грани ее покрыты штриховкой, идущей параллельно ребру с {115}; при этом получают многократные сигналы, расположенные на резком луче. На этом луче в сторону базопинакоида лежат сигналы форм {334}, {223} и {112}, получающиеся от отдельных полосок среди комбинационной штриховки на гранях {111}. Измеренный угол ρ для {334} около 57° (теоретический $57^{\circ}19'$). В противоположную сторону указанный луч тянется не ослабевая почти до сигнала пирамиды {221}.

ρ — {221} встречается редко и имеет вид узких полосок на ребре (111):(110), или появляется среди комбинационной штриховки на гранях основной пирамиды. Измеренный угол ρ ее $75^{\circ}21'$ (вычисленный $75^{\circ}28'$).

Между {111} и {110} изредка наблюдаются довольно широкие грани, покрытые редкой штриховкой и дающие непрерывную цепь слабых сигналов, растянутых по лучу k (110). Луч этот, по мере приближения к последней, значительно ослабевает. При измерении сигналов угол ρ определяется от $76^{\circ}55'$ (для ближайшего к {111} сигнала) до $84^{\circ}22'$ (для сигнала ближайшего к призме). Первый отвечает положению пирамиды {221}, второй — {441}.

Обладая большим богатством форм, кристаллы эти слагаются, главным образом, формами {001}, {011} и {102}, т.е. теми же, которые характеризовали ядро вышеописанных кристаллов, и имеют тот же *прямоугольный* габитус.

Для вычисления отношения осей этих кристаллов взяты углы форм {011} и {110}. Основная пирамида не принята при этом во внимание в силу того обстоятельства, что сигналы, получающиеся от нее при измерении, расположены на резких лучах k {110} и оттянуты в сторону последней.

На некоторых гранях описанных кристаллов довольно часто наблюдаются вторичные явления роста, проявляющиеся в образовании мельчайших бугорков. При увеличении в 40 раз с помощью бинокулярной лупы удалось выяснить, что эти бугорки являются кристаллами барита, располагающимися параллельными рядами на грани (102) крупного кристалла и ориентированными симметрично с ним. По своему габитусу эти кристаллики почти тождественны с крупными. От тождественных граней всех мельчайших кристаллов получается при измерении один общий сигнал, сливающийся с сигналом крупного кристалла. Пирамиды {115}, {113} и {111} развиты на мелких кристаллах почти одинаково. Получающиеся от всех граней сигналы всегда отчетливы и вполне измеримы (их легко удастся изолировать с помощью шпирмочек от сигналов, получающихся от граней крупного кристалла).

Совершенно такие же кристаллы, только более бедные формами, встречаются в полостях брекчиевидных масс темно-вишнево-красного барита верхних горизонтов.

В некоторых случаях головки красного барита имеют несколько иной облик; они образованы при этом основной ром-

бической призмой и базисом; изредка ребра между ними притупляют $\{010\}$ и $\{111\}$. Внутри этих прозрачных кристаллов видны пластинки, тождественные с выше описанными кристаллами — головками красного барита.

4. В сплошной массе зонарного барита довольно часто встречаются отдельные мелкие (до 1 мм), абсолютно прозрачные, медово-желтые, не зонарные кристаллики барита, имеющие также *прямоугольные* очертания. Измерением на них установлены формы: $\{001\}$, $\{011\}$, $\{010\}$, $\{104\}$, $\{102\}$, $\{101\}$, $\{110\}$ и $\{110\}$. Внешний габитус кристаллов определяется теми же формами $\{001\}$, $\{102\}$ и $\{011\}$. См. рис. 3.

Все остальные формы развиты слабо и представлены весьма узкими полосками на ребрах преобладающе развитых форм. Эти кристаллы совершенно тождественны с ядром зонарного барита и, повидимому, представляют собою те зачаточные неделимые, при дальнейшем росте которых образовались крупные кристаллы зонарного барита.

5. Изредка на разъединенной поверхности сплошного зонарного барита наблюдаются тонкие кристаллические щетки из

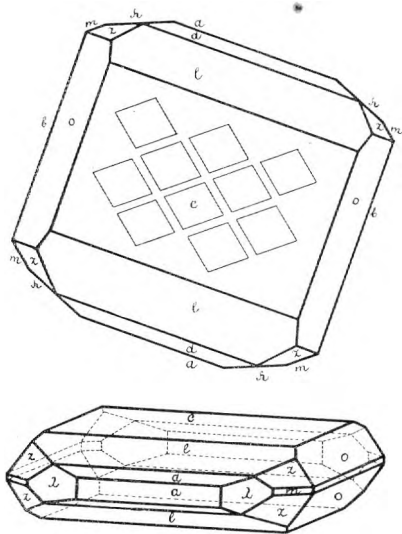


Рис. 11.

очень мелких скульптурных кристаллов барита (см. рис. 11). Размеры кристаллов колеблются в пределах от 0,1 до 1 мм по оси b ; размеры по оси a всегда несколько меньше, чем по оси b ; толщина их (размеры по оси c) раза в 2—3 меньше размеров по оси a , так что кристаллы имеют вид толстых табличек. Таблички эти самым различным образом ориентированы на поверхности сплошного барита, чаще всего лежат на плоскости базиса или прикреплены одним концом оси a .

Поверхность базиса этих кристаллов покрыта правильными рядами ромбических бугорков, которые представляют микроскопические кристаллики, образованные базисом и основной призмой.

Таблица V.

№№ кристаллов.	c {001}	b {010}	a {100}	o {011}	W {108}	w {106}	l {104}	d {102}	z {111}	m {110}	λ {210}
1	1	1	1	2	—	—	1	2	2	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
3	1	1	1	2	1	1	—	1	2	1	1
4	1	1	1	2	—	1	1	2	2	1	1
5	1	2	1	4	1	—	1	1	4	2	2
6	1	1	1	2	—	1	1	1	2	1	1
7	1	1	1	2	1	—	—	2	2	1	1
8	1	1	1	2	—	1	1	1	2	1	1
Всего граней	8	9	8	18	4	5	6	11	18	9	9
В % %	100	100	100	100	36,36	45,45	54,54	100	100	100	100

При измерении на них констатированы формы: c — $\{001\}$, b — $\{010\}$, a — $\{100\}$, o — $\{011\}$, W — $\{108\}$, w — $\{106\}$, l — $\{104\}$, d — $\{102\}$, z — $\{111\}$, m — $\{110\}$, λ — $\{210\}$ (см. табл. V).

$\{001\}$ всегда преобладает; его грани дают хорошие одиночные или двойные сигналы и слабые лучи к $\{111\}$. Один из этих сигналов всегда смещен в направлении к $\{104\}$ почти на целый градус. Пояс $\{0kl\}$ развит слабо, как и вообще на кристаллах туюмунских баритов. Крупные грани (011) и узкие полоски (010) , вот те немногие формы, которые здесь встречены. Лучей в этом поясе нет, и сигналы, получающиеся от граней, слабы. В поясе $\{h0l\}$ присутствуют 5 различных форм, причем всегда преобладают по своим размерам формы с малыми углами ρ , а именно $\{108\}$, $\{106\}$, $\{104\}$. Эти формы различно комбинируются как между собой, так и с призмой $\{102\}$; при этом одна из них всегда доминирует. Все они дают очень слабые, с трудом измеримые сигналы, и в некоторых случаях установлены лишь по отблеску.

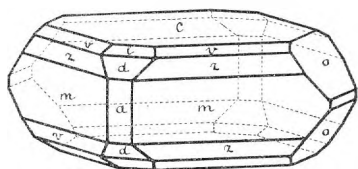


Рис. 12.

$\{100\}$ широкие полоски, часто без сигнала. В призматической зоне преобладает по своим размерам $\{210\}$; она вытесняет

основную призму, которая получает вид узких полосок на ребре смежных граней $\{111\}$. Обе призмы развиты на всех кристаллах и дают ясные сигналы. Лучей в этом поясе также нет. Единственная пирамида $\{111\}$ развита наравне с $\{210\}$ и имеет ровные и блестящие грани с хорошими одиночными или двойными сигналами.

6. Местами в Главной жиле наблюдаются перемежающиеся образования из красного листоватого и прозрачного зонарного барита, несколько напоминающие бурундучную руду. Железистый пигмент в этом образовании распределен довольно своеобразно. Он расположен концентрическими слоями, скопляясь в больших количествах вокруг мелких пустот, которыми весьма богат этот пестрый „бурундучный“ барит, и которые расположены также концентрическими зонами. В зависимости от большего или меньшего содержания в барите железистого пигмента, он приобретает различную окраску, причем определенно установлено, что по мере удаления от стенки внутрь полости происходит обеднение пигментом и обесцвечивание барита.

На стенках упомянутых пустот в бурундучном барите сидят очень мелкие бесцветные водяно-прозрачные прекрасно образованные и богатые формами кристаллы барита, нередко сопровождаемые кристаллическим кальцитом.

Кристаллы барита имеют вид то более то менее плоских табличек, толщина которых (0,5 мм по оси c) примерно вдвое или втрое меньше их горизонтальных размеров (1—2 мм по оси a и b). Они расположены обычно изолированно друг от друга, прикрепляясь концом оси a к стенке полости. Реже они образуют тесно скученные группы, плотно прилегая друг к другу плоскостью базиса.

Измерению было подвергнуто 5 лучших кристаллов, причем на них установлены следующие 18 форм: c — {001}, b — {010}, a — {100}, o — {011}, l — {104}, d — {102}, u — {101}, P — {116}, v — {115}, t — {113}, r — {112}, z — {111}, y — {122}, χ — {130}, m — {110}, η — {320}, λ — {210}, β — {310}.

На рис. 12 представлен наиболее типичный кристалл. На рис. 13 (стр. 64) дана гномоническая проекция всех форм и лучей, встреченных при измерении.

В табл. VI (стр. 62) указаны формы, встреченные на различных кристаллах при измерении. В табл. VII (стр. 63) даны результаты измерений.

Базошипакоид преобладает по своему развитию на всех кристаллах. Ровные блестящие грани его дают прекрасные одиночные сигналы.

Изредка наблюдаются слабые лучи в сторону ближайших пирамид основного ряда.

Пинакоид {100} присутствует на всех кристаллах в виде широких площадок, от которых, в большинстве случаев, получаются ясные одиночные сигналы. Иногда грани его иштригованы параллельно ребру c {110} и дают целый ряд тесно скученных сигналов и слабые лучи в призматической зоне.

Пинакоид {010} наблюдается на всех кристаллах в виде горизонтально вытянутых полосок, дающих при измерении хорошие сигналы. Намечаются лучи к {110}.

o — {011} встречена на всех кристаллах и преобладает в развитии над формами пояса { $h0l$ } и { hkl }. Прекрасные сигналы ее нередко измеримы при увеличении.

Формы {104} и {102} развиты на всех кристаллах более или менее одинаково; обе дают прекрасные одиночные сигналы.

Т а б л и ц а VI.

№№ кристал- лов.	с {001}	б {010}	а {100}	о {011}	l {104}	d {102}	и {101}	P {116}	γ {115}	Γ {113}	г {112}	z {111}	z {130}	m {110}	η {320}	λ {210}	β {310}
1	2	1	2	4	2	2	—	8	7	7	—	7	2	4	4	4	1
2	2	2	2	4	4	4	2	4	7	5	—	7	—	4	—	2	—
3	2	2	1	4	3	3	1	4	6	4	—	6	2	4	4	4	—
4	2	2	2	3	4	4	—	3	7	3	4	7	2	4	4	2	—
5	2	2	2	2	2	2	1	5	7	5	2	7	—	3	—	—	1
Всего граней .	10	9	9	17	15	15	4	24	34	24	6	34	6	19	12	12	2
В % % . . .	100	100	100	100	100	100	26,6	70,59	100	70,59	17,65	100	31,58	100	63,16	63,16	10,53

Обозначения.	Индексы.	Колебания в измерениях.	
		σ	ρ
o	{011}	—	52°37' — 52°47'
l	{104}	89°58' — 90°03'	21°50' — 22°05'
d	{102}	89°59' — 90°01'	38°37' — 38°55'
P	{116}	50°46' — 50°55'	18°46' — 19°10'
v	{115}	50°47' — 50°54'	22°25' — 22°40'
f	{113}	50°45' — 50°56'	34°11' — 35°03'
z	{111}	50°48' — 50°58'	64°10' — 64°25'
z	{130}	21°45' — 22°25'	89°56' — 90°04'
m	{110}	50°46' — 50°58'	89°58' — 90°01'
η	{320}	61°17' — 61°38'	89°57' — 90°03'
λ	{210}	67°26' — 67°56'	89°58' — 90°02'

Отношение осей $a : b : c = 0,81341 : 1 : 1,3127$.

С р е д н е е.		В ы ч и с л е н о.	
φ	ρ	φ	ρ
0°	52°42'	0°	52°42'
90° 0'30"	21°56'20"	90°	21°58'19"
90°	38°48'15"	90°	38°53'56"
50°52'30"	19°02'30"	50°52'30"	19°07'19"
50°53'	22°31'	50°52'30"	22°35'24"
50°52'30"	34°44'	50°52'30"	34°44'18"
50°53'	64°17'42"	50°52'30"	64°19'34"
22°05'	90°	22°17'	90°
50°52'30"	90°	50°52'30"	90°
61°26'30"	89°59'30"	61°31'48"	90°
67°46'43"	90°	67°52'06"	90°

$\{101\}$ более редкая форма; она представлена узкими блестящими полосками с очень слабыми рефlekсами. Лучей в этом поясе нет.

В поясе пирамид основного ряда всегда присутствуют $\{111\}$ и $\{11\bar{5}\}$, причем первая нередко преобладает по своему развитию. Грани их изредка иштрихованы параллельно ребру с $\{001\}$. На некоторых кристаллах $\{111\}$ уменьшается до размеров узких

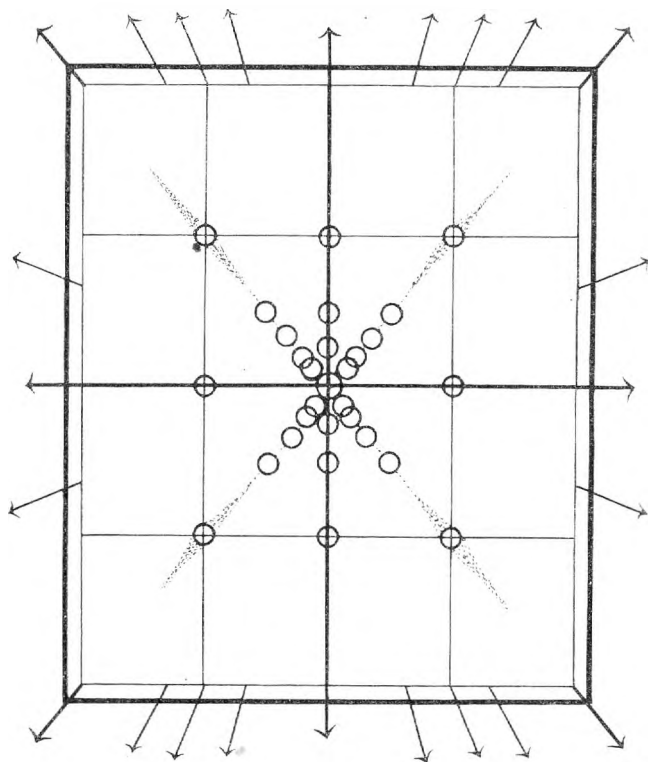


Рис. 13.

полосок на ребре $\{11\bar{5}\}:\{110\}$. Во всех случаях грани обеих форм дают хорошие одиночные сигналы, расположенные на ясном луче, направленном в сторону базопинакоида. Наиболее резким этот луч становится вблизи сигнала основной пирамиды, направляясь от него и в противоположную сторону к $\{110\}$. Но по мере удаления от $\{111\}$, луч значительно ослабевает. На этом луче в сторону базиса располагаются сигналы форм $\{11\bar{2}\}$, $\{11\bar{3}\}$, $\{11\bar{6}\}$, $\{11\bar{7}\}$.

{112} наблюдалась лишь на двух измеренных кристаллах, тогда как {113} развита на всех кристаллах. Обе представлены едва заметными полосками, от которых получены очень слабые рефлексy или только утолщения на упомянутом луче.

{116} развита неравномерно на различных кристаллах; она имеет вид то очень узких, то значительно более широких полосок, которые иногда несут штриховку, располагающуюся параллельно ребру с {001}. Сигналы, получающиеся от них, обычно одиночны, реже многократны. Среди комбинационной штриховки на гранях {116} лежит форма {117}; ее положению соответствует очень слабый рефлекс. Измеренный угол ρ около 17° (вычисленный $16^\circ 32' 32''$).

Сигналы пирамид основного ряда, таким образом, лежат на луче, направленном в сторону к сигналу {001}, при этом они не занимают нормального положения, а всегда несколько оттянуты в сторону последнего, так что получающиеся при измерении их углы ρ всегда несколько меньше теоретических.

γ — {122} редкая, но сравнительно хорошо развитая форма; грани ее имеют вид широких площадок и дают ясные рефлексy. Измерение их дало: φ $31^\circ 40'$, ρ $57^\circ 05'$.

В призматической зоне всегда присутствует и преобладает над всеми остальными формами основная призма {110}; грани ее, обычно ровные и блестящие, дают прекрасные одиночные сигналы. Иногда они иштрихованы параллельно ребру с {111}; при этом от сигнала {110} идет резкий луч в обе стороны к последней.

{320} и {210} довольно обычные формы; они образуют узкие полоски на ребре (110):(100), причем на более плоских кристаллах они развиты гораздо значительнее. Обе дают вполне удовлетворительные сигналы, связанные слабым лучом как между собой, так и с сигналом (100). На последнем появляется иногда утолщение, отвечающее заметной в лупу полоске {310}. Угол φ ее около 73° (теоретический $74^\circ 48'$).

{100} также довольно обычная форма; грани ее имеют вид небольших четырехугольных площадок и дают вполне измеримые рефлексy.

Для вычисления отношения осей взяты углы форм {011} и {110}, как хорошо развитых и занимающих нормальное положение. Грани их не несут штриховки, и сигналы, получающиеся от них, не лежат на лучах, в то время как грани основной

пирамиды часто истрихованы, и сигналы их всегда смещены в сторону к {001}.

В некоторых пустотах бурундучного барита встречаются сплошные корочки, образованные очень мелкими (в доли миллиметра) кристаллами барита, очень близкими к только что описанным. Отличительной особенностью их является то, что они представляют еще более плоские таблички по (001). Горизонтальное сечение их приближается к ромбическому, вследствие преобладания {110} над {010} и {100}; последние нередко вытесняются полностью. Кроме того на них слабее развиты пояс {h0l} и форма {011}, а нередко они и совершенно отсутствуют. Призматический пояс и пояс основной пирамиды являются общими и преобладающе развитыми для этих двух групп кристаллов барита.

IV. Следуя принятой схеме, подходим наконец к полости рудной жилы, которая выполнена различного рода образованиями, по преимуществу углекислыми. Наиболее обычной является брекчия из обломков красного и зонарного баритов, частично перекристаллизованных и сцементированных углекислыми соединениями. Последние представляют или радиально лучистые массы кальцита (K_{III}^a), или мощную сталагмитовую кору, условно названную II-ой, вполне сходную со сталагмитовой корой I-ой, образовавшейся до начала рудных процессов. Остаток полости выполнен землистым или плотным белым кальцитом (K_{IV}) и красными глинами (terra rossa).

При растворении в кислотах красных глин месторождения выпадают мельчайшие кристаллики барита, видимые при большом увеличении. Они имеют вид плоских пластинок и представляют комбинацию базопинакоида {001} с основной призмой {110}. Иногда на них присутствует также {010}, который достигает на некоторых кристаллах значительного развития; кристаллы барита при этом получают вид эллиптических табличек, удлинённых по оси а.

Содержание сернокислого бария в указанных образованиях доходит до 0,03 — 0,04%.

Эта же последовательность, но с выпадением некоторых членов из всей серии отложений, наблюдалась и в Желтой пещере верхних горизонтов.

На горизонте около 80 м полость трубки Главной жилы осталась не выполненной карбонатным телом и представляет

как бы естественную пещеру. Стенки этой полости покрыты белоснежным пушистым гипсом, отчего эта пещера получила название Белой, аналогично Желтой пещере, богатой желтым минералом туюмунитом, и Зеленой пещере, где в большом количестве имелись скопления зеленого минерала туранита. Под гипсом залегает тонкий слой кальцита (K_{III}), покрывающий кристаллические головки зонарного барита; мощность последнего в этой пещере доходит до 1,5 м.

При входе в Белую пещеру в кровле полости нависают сплошные кристаллические корки барита, легко откалывающиеся при ударе. Эти корки состоят из крупных (до 10 см) кристаллов, сидящих на мелко-зернистой мраморовидной массе сплошного барита.

По своему габитусу кристаллы эти совершенно тождественны с крупными эллиптическими кристаллами зонарного барита. Бесцветные и прозрачные, не зонарные в массе своей, они имеют молочно-белые наружные зоны, которые повторяют все те особенности в преобразовании формы кристаллов по мере их роста, какие были указаны для зонарного барита. Кристаллы эти несут следы растворения; углы их округлены, ребра сглажены, грани матовы и покрыты белой землистой массой барита или красной железистой массой иля, наконец, мелкими розоватыми, столбчатыми по оси c , ромбическими табличками барита. Такие баритовые корки, со стороны обращенной к стенке полости, представляют почковидные натечные образования, состоящие из очень мелких (до 0,05 мм) толсто-табличатых по $\{001\}$, прозрачных кристаллов, на которых хорошо развит лишь призматический пояс. Грани этого пояса иштрихованы параллельно оси c и дают прекрасные одиночные или многократные сигналы, связанные между собой резким непрерывным лучом. В этом поясе присутствуют: $\{120\}$, $\{560\}$, $\{230\}$, $\{110\}$, $\{320\}$, $\{530\}$, $\{210\}$, $\{410\}$, $\{100\}$. Из них $\{110\}$ всегда доминирует; сравнительно хорошо развиты $\{230\}$, $\{320\}$ и $\{210\}$; остальные призмы представляют очень узкие полоски или только притупления. Головки кристаллов обломаны или разведены; изредка уцелевает базонинакоид, от которого получают при измерении слабые сигналы и ясные лучи в направлении к $\{110\}$.

Зоны $\{hkl\}$ и $\{hol\}$ находятся под вопросом; что же касается форм $\{011\}$ и $\{010\}$, то они определенно отсутствуют на этих кристаллах.

V. Все описанные кристаллические бариты Главной жилы по своему габитусу могут быть подразделены на две группы. Первую составляют те бариты, кристаллы которых имеют *прямоугольное* горизонтальное сечение, и на которых преобладающе развиты формы $\{001\}$, $\{011\}$ и $\{102\}$ (см. рис. 3). Сюда относятся головки красного барита (рис. 4), крупные головки зонарного барита, не покрытые кальцитом (рис. 5), мелкие кристаллы в сплошной массе зонарного барита (стр. 58), мелкие скульптурные кристаллы на поверхности зонарного (рис. 11), бурые мелкие кристаллы, рассеянные в массе рудного мрамора (рис. 3), такие же бариты из первичных рудных скоплений (стр. 46), кристаллы из пустот мраморовидного известняка (стр. 44) и ядро типичных кристаллов зонарного барита (рис. 8).

Вторую группу должны составить кристаллы, на которых преобладают в развитии $\{001\}$ и $\{110\}$ и которые имеют *ромбическое* поперечное сечение. К этой группе принадлежат радиоактивные бариты (рис. 1) и толсто-табличатые бариты (рис. 2) рудного мрамора, мельчайшие кристаллические бариты из красных глин и крупные кристаллы-головки зонарного барита (рис. 6, 7), покрытые кальцитом.

Однако, группы эти по существу не являются резко обособленными: они тесно связаны между собой некоторыми переходными образованиями. На зонарном барите с несомненностью установлено, как указано было выше, что в начале своего роста кристаллы его имели прямоугольные очертания (см. рис. 8). Наличие бурых полосок, просвечивающих внутри кристаллов радиоактивного барита и идущих параллельно второму пинакоиду, дает основание предполагать, что и эти кристаллы в начале своего развития имели также прямоугольные очертания.

Сравнивая между собой различные по величине кристаллы зонарного барита, можно установить, что по мере роста их происходило замещение одних форм другими. с меньшими углами ρ , и, в конце этой смены форм, полное замещение их базопинакоидом, который совместно с разившейся к этому моменту вертикальной основной призмой и образует простые, ромбического сечения, кристаллы (см. рис. 8).

Вся баритовая толща, слагающаяся в массе красным и зонарным баритом, а также отдельными кристаллическими образованиями их, представляет собою результат одного непрерывного процесса, веледствие которого возникли выделения, кристал-

лографически весьма близкие. Мелкие различия, наблюдающиеся в кристаллических выделениях этой толщи, зависят отчасти от возраста (размера) кристаллов, отчасти от условий их кристаллизации.

Красный барит, являющийся первым по времени выделения, образовался, повидимому, в вязкой железистой среде, почему он имеет листоватую, местами перистую структуру и не дает хорошо образованных кристаллов. В дальнейшем рост баритов шел, повидимому, уже из более чистых, лишенных пигмента растворов, и тогда отдельные листочки и перышки красного барита, лишаясь постепенно окраски, образовали прозрачные мелкие кристаллические головки *прямоугольного* сечения (см. рис. 3), представляющие первые стадии кристаллизации. В том случае когда рост этих кристаллов продолжался, происходило постепенное изменение габитуса их (см. схему преобразований, рис. 8), и, наконец, возник зонарный барит *эллиптического* или *ромбического* сечения, причем первоначальный габитус кристаллов сохранился лишь в ядре.

Крупные кристаллы зонарного барита (см. рис. 5), не покрытые кальцитом, представляют промежуточные образования: на них появилась основная призма $\{110\}$, но вместе с тем сохранились прямоугольные очертания и преобладающе развитые формы $\{001\}$, $\{011\}$ и $\{102\}$. На кристаллах зонарного барита, покрытых кальцитом, призма $\{110\}$ преобладает, вследствие чего они приобретают *ромбическое* поперечное сечение. Мелкие кристаллы, развившиеся в массе зонарного барита, и мелкие скульптурные бариты, образовавшиеся на свободной поверхности зонарного барита, представляют первые стадии роста, аналогичные головкам красного барита и, подобно им, они также имеют *прямоугольный* габитус.

Следовательно красный листоватый и бесцветный зонарный бариты представляют образования, возникшие последовательно из одного и того же раствора в различных условиях. Растворы, из которых кристаллизовался зонарный барит, были чище, поэтому отдельные неделимые этого барита не окрашены, прозрачны и хорошо окристаллизованы.

Последовательность кристаллических форм, прослеженная на баритах Главной жилы Тюя-Муюнского рудника, может быть до некоторой степени параллелизована со схемой Maucher'a.¹

¹ W. Maucher. Die Bildungsreihe der Mineralien als Unterlage für die Einteilung der Erzlagerstätten, 1914, pp. 30 — 32.

По этой схеме барит первой генерации представляет большую часть *прямоугольные* кристаллы с преобладающей призмой $\{hol\}$, базисом и многочисленными острыми $\{okl\}$. Для кристаллов барита одной из следующих генераций особенно характерны, наряду с преобладающими $\{hol\}$ и $\{001\}$, острые закругленные пирамиды и основная призма $\{110\}$. Барит позднейших генераций представляет табличатые кристаллы с преобладающими на них $\{001\}$ и $\{110\}$.

Присутствие мелких кристаллических баритов в рудном мраморе, сталагмитовых корах и красных глинах месторождения, связано быть может с возможной миграцией баритов и образованием их в позднейшие моменты, следующие за окончательным отложением баритовой толщи. Явление псевдоморфоз по бариту, наблюдавшееся в рудном мраморе, а именно тюямунита по типичному кристаллическому бариту ($\{001\}$, $\{011\}$ и $\{102\}$) и медного минерала по листоватому бариту, говорят также за растворение баритов и миграцию сернокислых растворов. Наличие каналов, по которым циркулировали растворы, и при посредстве которых связаны между собой различные зоны рудного тела, дает основание думать, что растворение баритов, слагающих толщу, дало материал для образования кристаллических баритов, в значительном количестве рассеянных в рудном мраморе, сталагмитовых корах и красных глинах. Не исключена возможность образования при этом и радиоактивных баритов, захвативших в момент кристаллизации эманации радия, излучаемые первичными радиоактивными рудами. Мелкие кристаллы из пустот бурундучного барита быть может также представляют собою продукт вторичной перекристаллизации.

Сравнивая отношения осей различных баритов Главной жилы (см. табл. VIII), мы видим, что они несколько колеблются. Эти колебания отчасти могут быть отнесены за счет неточности в измерениях, вызванных несовершенством образования кристаллов. Однако, намечается некоторая тенденция к уменьшению величины осей, что можно поставить в связь с наличием в составе некоторых баритов стронция, который с несомненностью установлен спектроскопически. Отношение осей для барито-целестина значительно меньше, чем для барита, и как будто тюямунские бариты стремятся в этом смысле приблизиться к нему.

Т а б л и ц а VIII.

	$\angle \rho \{011\}$	$\angle \varphi \{110\}$	Отн. осей = a : b : c.
По Гольдшмидту	52°43'	50°49'	0,8152 : 1 : 1,3136
Барит из рудного мрамора (рис. 2)	52°43'10"	50°49'05"	0,8150 : 1 : 1,3136
Головки красного барита (рис. 3, 6)	52°42'30"	50°50'	0,8146 : 1 : 1,3131
Барит из пустот бурундучного барита (рис. 12)	52°42'	50°52'30"	0,8134 : 1 : 1,3127
Барито-целестин	52°41'30"	50°52'55"	0,8132 : 1 : 1,3123

Жила № 4.

1. Жила № 4 расположена на северном склоне Академической горы; она вскрыта в настоящее время до глубины 46 м. Аналогично Главной рудной жиле, жила № 4 представляет трубчатое тело, около 1 м в диаметре, падающее на юг под углом в 20°. Тело жилы состоит из минеральных образований, последовательность которых от периферии к центру такова: полость в мраморовидном известняке выстилается прежде всего радиально-шестоватым крупно-кристаллическим кальцитом (K_I), в который известняк переходит постепенно, без резких границ. Среди разъединенных головок кальцита наблюдаются выделения гётита и радиально-лучистые образования красного листоватого барита. Последние состоят из тонких прозрачных пластинок, промежутки между которыми выполнены красной железистой массой. Здесь по преимуществу концентрируются многочисленные выделения медных и ванадиевых соединений. Непосредственно за этой оруденелой полоской следует слой (до 40 см) красного листоватого барита (B_I), переходящего к центру в оторочку зонарного барита (B_{II}). Среди кристаллов последнего также находятся рудные выделения.

Внутренняя полость трубки заполнена обломками известняка, барита и желтыми глинистыми осадками.

Таким образом, в жиле № 4 наблюдается та же последовательность минеральных образований, которая была типичной

для Главной жилы, с той лишь разницей, что здесь отсутствует рудный мрамор. Его замещает в данном случае узенькая оруденная полоска между кальцитом (K_1) и красным баритом (B_1).

2. Красный листоватый барит (B_1) жилы № 4, сравнительно с баритом (B_1) Главной жилы, имеет более бледную окраску—что обусловлено значительно меньшим содержанием в нем окислов железа—и вполне определенные кристаллографические очертания.

В сплошной массе листоватого барита имеются небольшие полости, в которых свободно развивались его кристаллы. Они прозрачны, однородны (не зонарны), со слабым красноватым оттенком и представляют плоские *прямоугольного* горизонтального сечения таблички, несколько удлинённые по оси b . Размеры их вообще незначительны: в среднем они достигают 4 мм по оси b , 1 мм по оси a и 0,2 мм по оси c . Кристаллы эти образованы лишь с одного конца, так как второй конец их без резких границ переходит в пластинку листоватого барита. Ориентируясь самым различным образом, они сохраняют, однако, общее направление роста листочков барита. Обычно они образуют параллельные сростки, налегая друг на друга плоскостью базопинакоида.

Измерения этих кристаллов показали, что они совершенно тождественны с мелкими кристаллами зонарного барита Главной жилы (кристаллические головки красного барита). Внешний габитус их определяется тремя формами: c — $\{001\}$, o — $\{011\}$ и d — $\{102\}$, как это имело место и на головках красного барита Главной жилы (см. рис. 3). Кроме указанных доминирующих форм, в их образовании участвует еще целый ряд более слабо развитых форм: l — $\{104\}$, g — $\{103\}$, a — $\{100\}$, b — $\{010\}$, P — $\{116\}$, v — $\{115\}$, q — $\{114\}$, f — $\{113\}$, r — $\{112\}$, z — $\{111\}$, m — $\{110\}$ (см. рис. 4).

По своему развитию на кристаллах барита преобладает, наравне с базопинакоидом, пояс призм II рода; в этом поясе призма $\{102\}$ имеет наибольшее значение. $\{104\}$ является довольно обычной формой и нередко развита наравне с $\{102\}$. $\{103\}$ —очень редкая и слабо развитая форма; очень узкие грани ее дают однако вполне измеримые рефлексы. В этом поясе изредка появляются лучи.

Пинакоиды $\{100\}$ и $\{010\}$ развиты очень слабо; они представляют очень узкие блестящие полоски с ясными одиночными сигналами.

По наибольшему количеству развитых форм первое место занимает зона пирамид основного ряда, как это наблюдалось и на кристаллах барита Главной жилы. В этой зоне наиболее развиты пирамиды {115} и {113}; это обычно широкие блестящие площадки с хорошими одиночными сигналами. Формы: {116}, {114}, {112}, {111} и {110} — то более, то менее узкие блестящие плоскости с ясными, изредка хорошими сигналами, которые нередко связаны между собой лучом.

Для кристаллов барита жилы № 4 характерно слабое развитие пояса {okl}; в нем присутствует лишь одна форма — {011}. Но вместе с тем она всегда хорошо развита; ровные блестящие грани ее дают прекрасные рефлексы, нередко измеримые при увеличении.

В табл. IX (стр. 74) приведено число наблюдаемых граней каждой формы на 10-ти измеренных кристаллах, общее число граней и число их в % %. В табл. X (стр. 75) даны результаты измерений. Для вычисления отношения осей взяты формы {011} и {110}, при этом получено — $a:b:c = 0,81462:1:1,31270$. Основная пирамида при вычислении отношения осей не принята во внимание, так как она слабо развита, и сигналы, получающиеся от ее граней при измерении, менее совершенны, лежат нередко на луче к {001} и всегда оттянуты несколько к последней.

Отношение осей для мелких кристаллов зонарного барита Главной жилы — $a:b:c = 0,81462:1:1,31309$ — почти совпадает с отношением осей, указанным выше для кристаллов красного барита жилы № 4; несколько отличается лишь величина оси c , что может быть объяснено ошибкой, допущенной при измерении. Для барита жилы № 4 угол ρ формы {011} равен $52^\circ 42'$, для барита Главной жилы тот же угол равен $52^\circ 42' 30''$. Такая ничтожная разница в величине углов, всего лишь в $30''$, влечет за собой изменение величины оси c , равное 0,00039. Бариты Главной жилы богаче лишь формами, но не зонами. Некоторые различия намечаются в характере лучей, присутствующих в поясе пирамид основного ряда: на кристаллах красного барита жилы № 4 луч значительно резче выражен между сигналами форм {111} и {110}, в то время как на кристаллических головках зонарного барита Главной жилы этот луч становится более резким по мере приближения к базису.

3. Зонарный барит (B_{II}), аналогичный таковому же Главной жилы, нередко заканчивается крупными кристаллическими

Т а б л и ц а IX.

№№ кристаллов.	c {001}	b {010}	a {100}	o {011}	l {104}	g {103}	d {102}	P {116}	v {115}	q {114}	f {112}	r {113}	z {111}	m {110}
1	2	—	—	2	4	—	4	—	4	—	4	4	4	2
2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
3	2	—	1	2	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—
4	2	1	2	2	4	—	4	—	4	—	4	—	4	2
5	2	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
6	2	—	—	2	—	—	4	—	4	—	4	4	4	2
7	2	1	1	2	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—
8	2	1	1	2	2	—	2	2	2	2	2	—	2	1
9	2	—	2	2	4	4	4	—	4	—	4	4	4	2
10	2	1	2	2	4	—	4	—	4	—	4	4	4	2
Всего граней . .	20	6	12	20	28	10	32	8	28	8	28	22	28	14
В %%	100	60	75	100	87,5	31,25	100	25	87,5	25	87,5	68,75	87,5	87,5

Таблица X.

Обозначения.	Индексы.	Колебания в измерениях.		С р е д н е е.		В ы ч и с л е н о.	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
o	{011}	—	52°38' — 52°45'	0°	52°42'	0°	52°42'
l	{104}	89°58' — 90°02'	21°53' — 22°09'	90° 0'15"	21°56'	90°	21°56'32"
d	{102}	89°58' — 90°01'	38°37' — 39°09'	90°	38°48'	90°	38°51'33"
P	{116}	50°44' — 50°57'	19°01' — 19°27'	50°49'50"	19°10'	50°50'	19°06'22"
v	{115}	50°45' — 50°57'	22°33' — 22°43'	50°49'38"	22°38'	50°50'	22°34'19"
q	{114}	50°47' — 50°56'	27°17' — 27°36'	50°50'	27°28'	50°50'	27°27'33"
f	{113}	50°46' — 50°56'	34°37' — 35°01'	50°49'31"	34°50'40"	50°50'	34°42'51"
r	{112}	50°48' — 50°55'	46°03' — 46°11'	50°49'56"	46°08'	50°50'	46°06'05"
z	{111}	50°47' — 50°55'	64°12' — 64°24'	50°49'40"	64°18'25"	50°50'	64°18'22"
m	{110}	50°48' — 50°54'	89°55' — 90°02'	50°50'	90°	50°50'	90°

Отношение осей : b : c = 0,81462 : 1 : 1,31270.

щетки, в которых отдельные неделимые достигают 5 см и имеют также зонарную структуру. Они представляют толсто-табличатые кристаллы, совершенно аналогичные головкам зонарного барита Главной жилы, развившимся в свободной полости (см. рис. 5). Габитус их определяется следующими формами: $c - \{001\}$, $o - \{011\}$, $d - \{102\}$, $m - \{110\}$. Иногда также на них присутствуют $\{104\}$ и $\{101\}$. Щетки таких кристаллов открываются в свободные полости, довольно обычные по оси жилы и достигающие 0,5 м в диаметре. Такие полости связаны между собой проводниками, выполненными в настоящее время баритом и медными образованиями.

Присутствие радиально-лучистых выделений красного листоватого барита в образовании, замещающем собою в схеме рудный мрамор (K_{II}), можно объяснить, повидимому, вторичным явлением частичного растворения красного барита (B_I) теми растворами, которые легко проникали по линии спая между кальцитом (K_I) и баритом (B_I) и последующим отложением из растворов сернокислого бария.

Жила № 7.

Жила № 7 лежит на юго-восточном склоне Западной горы и представляет неправильную трубчатую полость в известняке, круто падающую на север. Прослеженный порядок отложений в ней следующий: шестоватый кальцит (K_I) покрывает стенки полости, резко отделяясь от известняка в противоположность жиле № 4. Поверхность кристаллов кальцита разбедена и обогащена соединениями Mn и Fe и создает впечатление темной оруденелой полоски, на которую непосредственно налегает зонарный барит (B_{II}), резко отделяясь ею от кальцита (K_I). Таким образом, эта темная рудная полоска, в общей схеме рудного тела, как бы замещает весь рудный мрамор и красный листоватый барит (B). Центральная часть полости заполнена брекчией, состоящей из кальцита (K_{III}), цементирующего обломки барита (B_{II}), и своеобразной метасоматической породы, представляющей продукт замещения баритом зернисто-кристаллического кальцита.

Бесцветный, иногда слегка желтоватый зонарный барит заканчивается, открываясь в свободные полости, хорошо образованными прозрачными крупными (до 10 см) кристаллами

(см. рис. 5), на которых присутствуют формы: c — {001}, o — {011}, d — {102}, m — {110}, а иногда также и {101}.

Базис всегда преобладает по своему развитию и имеет ровные, блестящие грани. Грани остальных форм матовы и покрыты белесоватой глинистой массой. Кристаллы эти тождественны с крупными кристаллами зонарного барита жилы № 4, описанными выше. Мелкие кристаллы зонарного барита мной здесь никогда не наблюдались.

Академическая жила или жила № 2.

Академическая жила находится на южном склоне Академической горы, вблизи седловины, отделяющей последнюю от Радиевой горы, приблизительно на одной высоте и на одной меридиональной линии с жилой № 4.

Общий характер полости отвечает неправильным пустотам верхнего горизонта Главной жилы. Рудные скопления находились здесь, главным образом, в верхней части полости, частью в виде обломков рудного мрамора, частью в виде выцветов на рыхлом вторичном материале. Нижняя часть полости, на глубине 13 м, выполнена красными глинистыми отложениями, не пробитыми еще передовым забоем.

Ввиду того, что эта жила полностью выработана в верхнем горизонте и почти не затронута работами в нижней своей части, дать полный разрез минеральных образований ее не представляется возможным. Не представляется возможным также связать кристаллические бариты, найденные в отвалах жилы, с отдельными минеральными зонами ее.

В отвалах разработок верхнего горизонта найдены щетки крупных (до 5 см) бесцветных прозрачных кристаллов барита, весьма простых по своему габитусу.

Наиболее типичный кристалл такого барита изображен на рис. 15 (стр. 80). Вследствие значительных размеров этих кристаллов, они не могли быть подвергнуты точному измерению; с помощью прикладного гониометра удалось лишь установить, что на кристаллах присутствуют обычно 3 формы: {001}, {011} и {102}, причем две последние развиты более или менее одинаково, вследствие чего кристаллы приобретают вид почти квадратных табличек (*прямоугольное* сечение). На некоторых кристаллах, наряду с указанными, появляются формы {104} и {110}

и ряд узких притуплений: $\{010\}$, $\{100\}$ и $\{111\}$, на ребрах смежных граней доминирующих форм.

В большом количестве присутствуют кристаллические бариты в красных глинистых отложениях. Эти кристаллы имеют совершенно тот же габитус, как и вышеописанные, с той лишь разницей, что здесь отдельные неделимые развиваются в виде плоских широких пластинок, благодаря преобладанию базиса над призмами. Размеры кристаллов в данном случае колеблются от долей см до нескольких см. Кристаллы нередко двухконечны и образуют розетковидные сростки. Точному измерению они не поддаются, вследствие несовершенства образования граней, от которых не всегда удается получить удовлетворительные рефлексы. На них установлены следующие формы: $\{100\}$, $\{011\}$, $\{102\}$, $\{104\}$ и $\{110\}$.

На некоторых кристаллах в поясе призм I рода, одновременно с $\{011\}$, появляется форма с меньшим углом ρ , колеблющимся в пределах от 13° до 16° . Грани этой формы — узкие, матовые, разведенные полосы — вовсе не дают сигналов, а лишь очень слабые отблески, по которым не удалось точно установить ее положение.

Большая Баритовая пещера.

1. Большая Баритовая пещера находится на южном склоне Тюя-Муюнского гребня, в 650 м к востоку от рудника, на одной с ним высоте. Она представляет мешкообразную полость, вытянутую в юго-западном направлении; общее протяжение ее около 100 м, и глубина от устья 60 м. Нижняя часть пещеры переходит в более узкую камеру, заполненную глинистыми осадками.

Стенки пещеры местами покрыты мощными кристаллическими образованиями кальцита и барита. На некоторых стенках пещеры наблюдается повторная перемежаемость слоев кальцита и барита (по терминологии А. Е. Ферсмана V_{III} и V_{IV}). Стенки полости, как это имеет место во всех жилах Тюя-Муюнского месторождения, выстилаются в первую очередь радиально-шестоватым крупно-кристаллическим кальцитом (K_I), за которым следует слой перистого барита до 20 см мощностью, заканчивающийся крупными кристаллическими головками. За баритом снова идет кальцит (K_{III}), на размытую поверхность которого

ложится слой крупно-кристаллического барита следующей генерации.

Отложения кальцита и барита связаны с оттеканием стенок пещеры растворами, которые поступали из многочисленных трещин, пересекающих полость пещеры. Благодаря этому, указанные минеральные отложения имеют характер уступов и карнизов. Просачивание воды нередко происходит по границе между кальцитом и баритом, вследствие чего крупные кальцитовые и баритовые корки откалываются и падают на дно пещеры.

В настоящее время в пещере происходит преимущественно растворение кальцита, обволакивающего стенки пещеры и кристаллические корки барита. Вместе с тем падающими с потолка каплями растворов на дне пещеры образуется тонко-слоистая неравномерно окрашенная буровато-серая сталагмитовая кора. По своему цвету она резко отличается от красноватых сталагмитовых кор Главной жилы.

Для Баритовой пещеры характерно полное отсутствие рудных признаков и красного железистого пигмента, типичного для листоватого барита рудных жил месторождения.

2. Плотный, в массе белый барит, налегающий непосредственно на кальцит (K_1), имеет перистую, отчасти дендритовидную структуру, причем каждое перышко барита заканчивается прозрачной кристаллической головкой (в 1—2 мм), открывающейся в небольшую полость, в которой головка имела возможность свободного роста. Направление роста кристаллических индивидуумов барита всегда соответствует оси a , которая вместе с тем соответствует и оси перышек. Кристаллические головки этого барита представляют плоские по $\{001\}$ пластинки прямоугольного сечения, образованные с одного конца, тогда как второй их конец переходит в плотную массу перистого барита. Внешний облик кристаллов определяется тремя формами: $\{001\}$, $\{102\}$ и $\{011\}$, причем последняя обычно преобладает, вследствие чего пластинки удлинены по оси a , в отличие от кристаллов барита Главной жилы, которые вытянуты, по большей части, в направлении оси b .

При измерении этих кристаллов установлены формы: $c — \{001\}$, $b — \{010\}$, $a — \{100\}$, $o — \{011\}$, $w — \{106\}$, $l — \{104\}$, $g — \{103\}$, $d — \{102\}$, $u — \{101\}$, $z — \{111\}$ и $m — \{110\}$.

На рис. 16 (стр. 80) представлен наиболее обычный кристалл перистого барита.

На рис. 17 дава гномоническая проекция всех наблюдаемых форм и лучей, причем крупными кружками обозначены формы преобладающе развитые на кристаллах и слагающие в своей совокупности определенный внешний габитус кристаллов перыстого барита; более мелкими кружками обозначены формы, появляющиеся на кристаллах в слабом развитии, или представляющие собою узкие притупления на ребрах смежных значительно развитых граней.

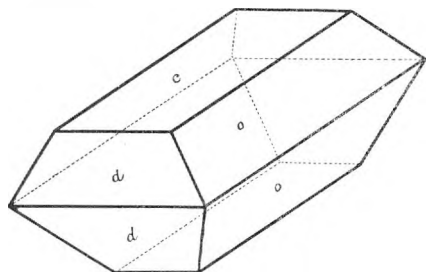


Рис. 14.

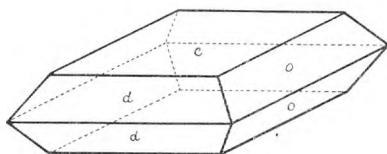


Рис. 15.

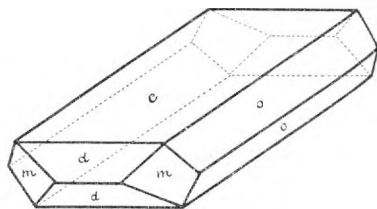


Рис. 16.

В табл. XI (стр. 82) приведено число наблюдаемых граней каждой формы на всех измеренных кристаллах и число их в %%; в табл. XII (стр. 83) даны результаты измерений.

{001} присутствует на всех кристаллах, имеет ровные и блестящие грани, от которых получают хорошие, нередко прекрасные одиночные, сигналы. Изредка появляются лучи к {102}.

{011} развита на всех кристаллах и обычно преобладает наравне с {001}, над всеми остальными формами. Обычно дает хорошие одиночные сигналы; реже сигналы не удовлетворительны, так как грани {011} при этом несколько разъедены.

{010} и {100} наблюдаются только на некоторых кристаллах в виде очень узких блестящих полосок, от которых получают вполне измеримые сигналы. Сигнал {100} лежит иногда на луче от {102}.

{106} и {103} — очень редкие и слабо развитые формы. В этом поясе обычно преобладает {102}, значительно реже {101}. Форма {104} занимает всегда подчиненное положение. Все они дают хорошие одиночные сигналы, связанные между собою лучом.

{110} присутствует на некоторых кристаллах в довольно слабом развитии. Грани ее то ровны и блестящи, то исптри-

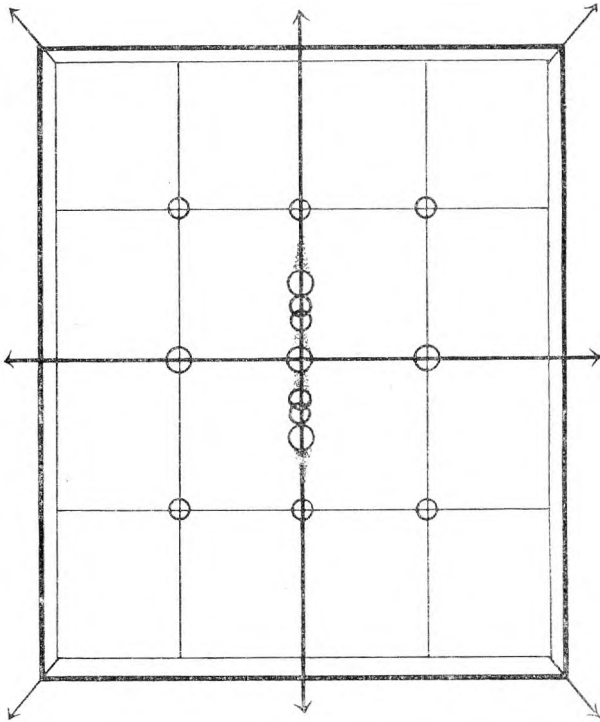


Рис. 17.

хованы параллельно ребру с {111}. Во всех случаях получаются ясные одиночные сигналы и очень слабые лучи к последней. На более крупных кристаллах (до 5 мм) призма эта достигает более значительного развития.

{111} появляется сравнительно редко и в слабом развитии. Грани ее имеют вид очень узких блестящих полосок на ребре доминирующих форм {011} : {102}. При измерении от них получаются вполне удовлетворительные одиночные сигналы.

Вся толща перистого барита заканчивается крупными (в 1 — 2 см) кристаллами того же типа. Наиболее обычный

Т а б л и ц а X I.

№№ кристаллов.	c	b	a	o	w	l	g	d	u	z	m
	{001}	{010}	{100}	{011}	{106}	{104}	{103}	{102}	{101}	{111}	{110}
1	2	1	—	4	2	—	2	2	2	—	—
2	2	—	—	2	—	2	2	2	2	—	—
3	2	1	1	4	—	2	—	2	—	4	2
4	2	—	—	4	—	2	—	2	2	4	2
5	2	2	—	4	—	2	—	2	—	—	—
6	2	—	1	2	—	2	—	2	—	—	—
7	2	2	—	4	—	2	—	2	—	2	1
8	2	—	—	2	—	2	—	2	1	2	1
9	2	2	—	4	—	2	—	2	—	—	2
10	2	—	1	2	—	1	—	2	—	—	2
Всего граней	20	8	3	32	2	17	4	20	7	12	10
В % %	100	50	30	100	10	85	20	100	35	37,5	62,5

Таблица XII.

Обозначения.	Индексы.	Колебания в измерениях.		С р о д н е с.		В ы ч и с л е н о.	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
o	{011}	—	52°24' — 52°56'	0°	52°42'42"	0°	52°42'42"
l	{104}	89°56' — 90°02'	21°38' — 22°04'	90°	21°50'38"	90°	21°55'56"
d	{102}	89°57' — 90°02'	38°31' — 38°59'	90°	38°48'15"	90°	38°50'41"
u	{101}	89°55' — 90°03'	57°30' — 58°22'	90°	58°01'	90°	58°09'50"
m	{110}	50°20' — 50°55'	89°56' — 90°04'	50°48'26"	90°	50°48'26"	90°

Отношение осей $a : b : c = 0,81537 : 1 : 1,31324$.

Т а б л и ц а XIII.

№№ кри- сталлов.	с	b	a	o	l	g	d	z	m
	{001}	{010}	{100}	{011}	{104}	{103}	{102}	{111}	{110}
1	2	1	—	2	2	1	2	—	1
2	2	1	1	2	2	—	2	—	—
3	2	2	—	4	2	—	2	—	—
4	2	2	—	4	2	—	2	—	2
5	2	—	—	4	2	—	2	—	—
6	2	2	—	4	—	—	2	4	2
7	2	—	1	4	2	—	2	4	2
8	2	—	—	4	2	—	2	—	—
9	2	—	—	4	2	—	2	—	2
10	2	—	—	4	2	—	2	4	—
11	2	—	—	4	2	—	2	—	—
12	2	2	1	4	—	—	2	—	2
13	2	—	—	4	2	—	2	—	—
14	2	—	—	4	2	—	2	—	2
15	2	2	—	4	2	—	2	4	—
16	2	2	—	4	1	—	2	—	—
Всего граней.	32	14	3	60	27	1	32	16	13
В %%	100	43,75	18,75	100	84,37	3,12	100	26,66	43,33

кристалл такого барита изображен на рис. 14. Эти кристаллы, также как и мелкие, вытянуты по оси a и сохраняют *прямоугольное* сечение; однако, в некоторых случаях наблюдается равномерное развитие их по двум осям (a и b), как это имело место на кристаллах барита Академической жилы (см. рис. 15).

Крупные кристаллы барита представляют толстые таблички, на которых, кроме доминирующих $c - \{001\}$, $d - \{102\}$ и $o - \{011\}$, присутствуют формы: $\{010\}$, $\{100\}$, $\{104\}$, $\{103\}$, $\{111\}$, $\{110\}$ (табл. XIII).

Из перечисленных форм $\{104\}$ представлена узкими блестящими полосками; $\{010\}$ имеет вид широких площадок и развито сильнее $\{110\}$. Все остальные формы встречаются редко и слабо развиты; $\{106\}$ и $\{101\}$ здесь совершенно отсутствуют.

Таким образом, в зависимости от размера кристаллов, габитус их несколько изменяется; кроме того определенно установлено, что по мере роста кристалла уменьшается число присутствующих на нем форм.

3. После образования описанного перистого барита наступил, по видимому, перерыв в отложении сернокислого бария, во время которого шел карбонатный процесс, давший начало кальциту (K_{III}). По окончании карбонатного процесса снова наступил сернокислый процесс, давший начало зонарному крупнокристаллическому бариту следующей генерации. Этот барит, как указано выше, в виде крупных корок ложится на размытую поверхность предшествующего кальцита. Отдельные кристаллы этого барита представляют линзовидные плоские таблички эллиптического сечения (см. рис. 6 и 7), причем длинная ось эллипса соответствует оси b ; размеры табличек в этом направлении достигают 10 см. С помощью прикладного гониометра на них установлены формы: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{104\}$, $\{106\}$, $\{108\}$ и одна из форм в поясе $\{okl\}$ с небольшим углом ρ ($10 - 20^\circ$). В этом поясе, а точно также и в поясе призм II рода, нередко трудно бывает решить вопрос, какая из форм присутствует в данном частном случае, так как грани этих форм не представляют ровных плоскостей, а имеют вид изогнутых поверхностей, приближающихся к одной из указанных форм (табл. XIV, стр. 86).

Описанные кристаллы нередко покрыты мелкими эллиптическими чешуйками барита, черепицеобразно налегающими на грани крупных кристаллов. Мелкие (в $1 - 2$ мм) эллиптические пластинки барита тождественны с крупными кристаллами,

Т а б л и ц а XIV.

№№ кристаллов.	c {001}	S-d {014}—{018}	d-W {104}—{108}	m {110}
1	2	2	2	2
2	2	2	2	2
3	2	2	2	2
4	2	2	2	2
5	2	2	2	2
6	2	2	2	2
7	2	2	2	2
8	2*	2	2	2
9	2	2	2	2
10	2	2	2	2
Всего граней . .	20	20	20	20
В %/о	100	100	100	100

на гранях которых они расположены. Грани мелких чешуек барита настолько матовы, разъедены и покрыты красной железной массой, что измерить их не удалось; кроме того чешуйки настолько тонки, что почти всегда имеют обломанные края; сохраняются только базопинакоид и основная призма {110}. Эти пластинки барита довольно часто образуют гребенчатые или почковидные массы, которые, наподобие сталактитов, свисают с концов крупных кристаллов.

Крупные эллиптические кристаллы барита, в массе своей прозрачные, имеют молочно-белые периферические зоны, по которым легко прослеживается та же последовательность преобразований в габитусе кристаллов по мере их роста, какая была характерной для зонарного барита (B_{II}) Главной жилы.

Основная призма {110}, слабо развитая вначале, постепенно увеличиваясь в своих размерах, становится преобладающей на крупном кристалле наравне с базисом. Призма {011}, хорошо развитая вначале, по мере роста кристалла ослабевает в своем развитии и, наконец, либо исчезает полностью, либо замещается одной из форм с малым углом ρ .

Наиболее характерны для этих кристаллов преобразования в поясе призм II рода; здесь наблюдается последовательное замещение призмы {102} формами {103}, {104}, {106}, {108}; одна из последних форм и сохраняется на крупных кристаллах.

В промежутках между отдельными крупными кристаллами развиваются небольшие одноконечные, столбчатые по оси *b* (до 1 см), прозрачные кристаллы барита, с молочно-белыми матовыми головками. На кристаллах всегда присутствуют: {001}, {104}, {102}, {011} и {110}. Эти формы определяют собою внешний облик кристаллов; формы {104} и {102} развиты на всех кристаллах более или менее одинаково.

Измерению поддаются лишь грани {001}, {104} и {102}. Грани {110} и {011} матовы, молочно-белого цвета, сигналов не дают и установлены лишь по очень слабым отблескам. Изредка, в виде очень узких полосок на кристаллах, появляются пинакоиды {100} и {010} и призма {014} (табл. XV).

Т а б л и ц а XV.

№№ кри- сталлов.	c	b	a	S	o	l	d	m
	{001}	{010}	{100}	{014}	{011}	{104}	{102}	{110}
1	2	1	—	—	2	4	4	2
2	2	—	—	—	2	4	4	2
3	2	—	1	2	2	4	4	2
4	2	—	—	—	2	4	4	2
5	2	—	—	2	2	4	4	2
6	2	1	—	—	2	4	4	2
7	2	—	—	2	2	4	4	2
8	2	—	1	—	2	4	4	2
9	2	—	—	—	2	4	4	2
10	2	—	—	2	2	4	4	2
Всего граней	20	2	2	8	20	40	40	20
В %%	100	20	20	40	100	100	100	100

4. Таким образом, Баритовая пещера, хотя и не связанная с рудным процессом, имеет много общих черт с рудными

жилами. Бариты ее не представляют ничего нового, сравнительно с главной массой барита рудных жил. В кристаллографическом отношении бариты Баритовой пещеры полностью параллелизовать с баритами Главной рудной жилы. Перистый барит Баритовой пещеры с его прямоугольными кристаллами соответствует красному листоватому бариту. Эллиптические, крупные, с периферическими молочно-белыми зонами, кристаллы барита Баритовой пещеры вполне аналогичны таким же кристаллам зонарного барита Главной жилы.

Единственной особенностью Баритовой пещеры является внедрение кальцита в промежуток между баритами перистым и зонарным.

Жила № 3.

Жила № 3 находится на северном склоне обрыва, обращенного к ущелью Танге.

Во времени моего посещения рудника, жила № 3 была полностью выработана; она представляла собою небольшое, до 10 м в диаметре, гнездообразное тело, состоящее полностью из барита и поверхностно залегающее на рыхлых глинистых продуктах.

Кристаллические бариты взяты мною из небольших отвалов, сохранившихся на месте залегания жилы, поэтому судить о взаимоотношениях баритов в этой жиле и характере их залегания не представляется возможным.

В кристаллографическом отношении жила № 3 вполне тождественна с Большой Баритовой пещерой. Здесь, так же как и в последней, встречаются сплошные массы перистого барита, имеющего слегка желтоватую или розоватую окраску; при этом каждое перышко этих масс заканчивается небольшой (1—5 мм), хорошо образованной головкой (кристалликом), открывающейся в свободную полость. Кристаллы перистого барита по своему габитусу вполне тождественны с кристаллами перистого барита Баритовой пещеры. Грани этих кристаллов матовы и покрыты то мелкими черными точками марганцовых окислов, то налетом землистого гипса, то красной глинистой массой. При измерении их удалось установить лишь формы: {001}, {010}, {011}, {106}, {104}, {102}, {110}. Кроме мелких кристаллов перистого барита в жиле № 3 встречаются медово-желтые зонарные бариты, образующие друзы и многочисленные параллельные сростки

по плоскости {001}. Бурые зоны этого барита аналогичны зонам барита (V_{II}) Главной жилы. Эти кристаллы достигают размеров 1 см и более, имеют *прямоугольное* сечение и габитус (с, d, o) зонарных баритов Главной жилы.

Кроме того в жиле № 3 попадают щетки крупных кристаллов эллиптического габитуса с молочко-белыми периферическими зонами, вполне тождественные с такими же кристаллическими баритами Баритовой пещеры.

Результаты.

Наблюдая последовательность минеральных образований в описанных отдельных месторождениях Тюя-Муюнского рудника, можно установить полную аналогию между ними. Главной отличительной особенностью одних сравнительно с другими является выпадение тех или других зон из схемы строения рудного тела.

Наиболее богатой по количеству минеральных зон является Главная рудная жила, в связи с чем в ней наблюдается и наибольшее число различных кристаллических баритов. В жиле № 4 отсутствует рудный мрамор и вместе с тем выпадает целый ряд связанных с ним кристаллических баритов. В жиле № 7 отсутствует и рудный мрамор, и красный листоватый барит.

В Большой Баритовой пещере и жиле № 3 наблюдается полное отсутствие рудных признаков, но, несмотря на это, бариты их можно полностью параллелизовать с баритами рудных жил. Так, перистый барит соответствует красному листоватому бариту рудных жил с той лишь разницей, что здесь отсутствует красный железистый пигмент. Прямоугольные (не зонарные) пластинки, которыми заканчивается здесь перистый барит, вполне аналогичны мелким прямоугольным кристаллам зонарного барита рудных жил. Некоторой особенностью Баритовой пещеры является то, что в ней кристаллы перистого барита, независимо от их величины, остаются *прямоугольными*. Эллиптические зонарные бариты ее тождественны таким же рудных жил.

Таким образом, несмотря на выпадение некоторых зон и связанных с ними баритов, сущность процесса и порядок выделения сернокислого барита во всех отдельных месторождениях Тюя-Муюнского рудника остаются неизменными. Во всех

случаях наблюдаются два последовательных момента кристаллизации $BaSO_4$, причем вначале образуются прямоугольные кристаллы (B_I) с преобладающими формами $\{001\}$, $\{011\}$ и $\{102\}$, переходящие в дальнейшем в зонарный барит (B_{II}), кристаллы которого приобретают *эллиптическое* или *ромбическое* сечение, вследствие развития $\{110\}$ наравне с $\{001\}$.

Отсутствие признаков рудовосности в Баритовой пещере и жиле № 3 ни в какой мере не сказывается на характере кристаллизации их барита, что дает основание предполагать, что никакой связи между баритами Тюя-Муюнского рудника и рудным процессом не имеется.

Миграция баритов и образование их в позднейшие моменты, следующие за окончательным отложением баритовой толщи (B_I и B_{II}), указанные мною для Главной рудной жилы, возможно, имеют место и в других месторождениях Тюя-Муюнского рудника.

7 января 1925 г.

Цеолиты Хибинских и Ловозерских Тундр.

А. Н. Лабунцова.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения Физико-Математических Наук 28 апреля 1926 года).

Из цеолитов в Хибинских и Ловозерских Тундрах встречены следующие: натролит, анальцим, шабазит, гейландит и мезолит; из них наиболее распространенным является натролит с близкими к нему шпреуштейном и бергманитом, которые мною уже описаны.¹ Описание остальных цеолитов составляет предмет настоящей работы.

АНАЛЬЦИМ.

I. Общие условия образования.

Изучение материала с анальцимом, собранного многолетними экспедициями в Хибинские и Ловозерские Тундры, приводит к следующим выводам:

А) Анальцим всегда встречается совместно с эгирином.

Б) Существуют два типа анальцима, отличающиеся друг от друга как генетически, так и по внешнему виду: 1) анальцим «первичный» — эпимагматический и 2) анальцим вторичный по содалиту и тесно с ним связанный — вторичный по эгирину.

¹ А. Н. Лабунцов. Натролит из Хибинских и Ловозерских Тундр. Труды ГММ, 1925 г., т. V, вып. 2, стр. 17.

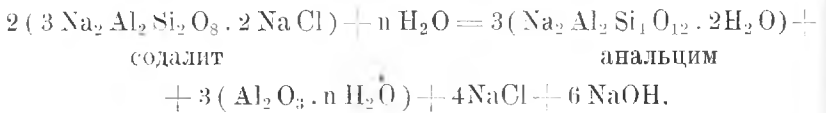
1) Анальцит «первичный» встречается в пегматитовых жилах, не измененных гидротермальными явлениями, что указывает на очень раннее, эпимагматическое образование анальцита. Наиболее постоянными, ассоциирующими с этим типом анальцита, минералами являются: эгирин I, эгирин II и альбит. Среди этих минералов анальцит образует белые сплошные выделения, обладающие хорошей спайностью, и лишь на стенках пустот образует кристаллические агрегаты, отдельные кристаллы в которых достигают величины 5 см.

2) Анальцит, вторичный по содалиту, встречается в пегматитовых жилах, подвергнувшихся гидротермальному воздействию: здесь многие минералы изменены, как например, нефелин, содалит, эвколит, эвдиалит и эгирин II, а также присутствуют новообразовавшиеся минералы гидротермальной фазы: эгирин III, анальцит, шпреунштейн и натролит. Анальцит заполняет мелкокристаллическими агрегатами полости в эгирине II, принадлежавшие ранее содалиту, на что указывают как кристаллические очертания этих полостей, так, часто, и остаточный в них содалит; иногда вместо мелкокристаллического анальцита полости в эгирине II частично или нацело заполнены белой землистой массой, являющейся уже не чистым анальцитом, а минеральной смесью типа шпреунштейна, в которой только под микроскопом можно различить измененные асбестовидные волокна эгирина II, тончайшие иголки эгирина III, кристаллики анальцита, натролита, диаспора и аморфное вещество водной окиси алюминия. Стенки полостей, выполненных анальцитом или анальцитовым шпреунштейном, обычно окружены оторочкой из закономерно расположенных иголок эгирина III.

Белая землистая масса, кроме заполнения правильно ограниченных полостей в эгирине II, образует в нем также небольшие неправильной формы включения; в таких случаях переход от этой землистой массы к эгирину II совершенно незаметен, и некоторые участки эгирина II настолько тесно проникнуты этим белым веществом, что получается сплошная зеленовато-серая масса. В этих образованиях эгирин II является сильно измененным, часто появляется буроватая окраска от водной окиси железа, а также появляются сростки мельчайших кристалликов эгирина III; несомненно, образование здесь анальцита происходило не только за счет продуктов разложения содалита, но и за счет эгирина II.

Из этой схемы видно, что для образования анальцима из содалита также требуется присутствие свободной кремнекислоты. В гренландских щелочных породах кремнекислоты действительно много, настолько, что образуется даже кварц. В Хибинских и Ловозерских Тундрах образование анальцима из содалита, как было указано выше, происходит, по, ввиду недостатка кремнекислоты, процесс этот идет несколько иначе, чем это имеет место по Ussing'у в Гренландии.

Для Хибинских и Ловозерских Тундр более вероятна такая схема:



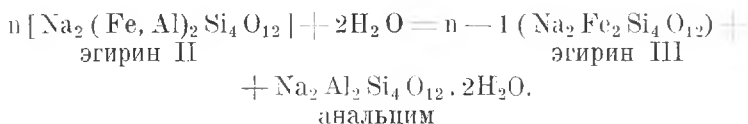
т.-е. из содалита совместно с анальцимом образуются также $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, NaCl и NaOH . Этой схемой вполне объясняется появление той белой землистой массы, которая сопровождает анальцим и которая содержит значительное количество $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$. Значительным содержанием $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, как будет изложено ниже, также объясняется и частичное образование анальцима из эгирипа II, а действием легко выносимых NaCl и NaOH может быть объяснено изменение эвколита или авдиалита.

Ввиду постоянного совместного нахождения анальцима с эгирином и тесной связи между этими двумя минералами, интересно сравнить их химические составы: эгирин — $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, анальцим — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Мы видим, что отличаются они друг от друга лишь тем, что в эгирин входит Fe, а в анальцим Al и H_2O .

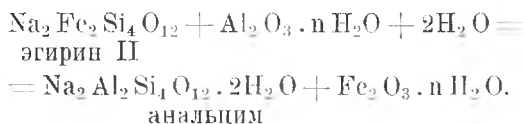
Кроме того, просмотр анализов эгирина показывает, что в нем некоторая часть Fe изоморфно замещается Al до 2—3%.

Такою близостью состава этих двух минералов вполне может быть объяснено, с одной стороны, постоянное совместное нахождение анальцима с эгирином, а с другой стороны, и образование анальцима за счет эгирина II. Процесс образования анальцима за счет эгирина II может идти двояко:

1) Путем отщепления от эгирина II частицы с Al_2O_3 , с образованием анальцима и чисто железистого эгирина, каковым должен быть эгирин III.



2) Путем замещения в эгирине II железа водной окисью алюминия, которая, как указывалось выше, образуется из содалита.



Такое образование анальцима из эгирина при участии $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ с выделением $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ описывает и Brögger для южной Норвегии.¹

II. Описание месторождений анальцима.

Месторождения анальцима в Хибинских и Ловозерских Тундрах в общем немногочисленны, причем анальцим эпимагматический распространен главным образом в Хибинских Тундрах, тогда как вторичный по содалиту и эгирину более распространен в Ловозерских Тундрах.

Месторождения эпимагматического анальцима в Хибинских Тундрах следующие:

№ 1. * Контакты Манспахка. Альбито-эгирино-анальцимовая жила проходит в хибините, вблизи контакта его с зеленой кремнистой породой. Зальбанды жилы образованы пластинчатым альбитом с тонко-игольчатым эгиринем I, центральную же часть жилы составляют эгирин II и анальцим. Анальцим белого цвета заполняет промежутки между сферовидными образованиями эгирина II, а в случайных пустотах образует кристаллические

¹ Brögger. Op. cit., p. 333.

* №№ месторождений указаны согласно подготовляющейся к печати под редакцией акад. А. Е. Ферсмана монографии: Хибинские и Ловозерские Тундры, т. II.

агрегаты. Кристаллы анальцима—простейшей формы {112} и редко достигают величины 1 кв. см. Из других минералов здесь встречены в зальбандах: энigmatит, с оторочками эгирина II, редкие кристаллики рамзаита и волокнистый эльпидит;¹ в анальциме встречены: много марганцевого нептунита сростками кристалликов или отдельными хорошо образованными кристаллами, до 1,5 см длиной, пиролюзит в псевдоморфозах по неизвестному минералу и очень редкий, желтый прозрачный сфалерит. Вторая жила с анальцимом в контактах Манепахка проходит также между хибинитом и зеленой кремнистой породой. В северном конце жилы преобладает эвколит, проникнутый иголочками эгирина I и обильными кристаллами лопарита; южный конец жилы у зальбанд образован микроклином, а в середине заполнен агрегатами крупных кристаллов анальцима, достигающих 5 см в поперечнике. Из других минералов в южной части жилы встречены: нептунит в хорошо образованных кристаллах, до 7 см длиной; эльпидит, мелкими сростками кристалликов, и мельчайшие сростки кристалликов неизвестного минерала, повидимому, какого-то цеолита. Оба последние минерала располагаются в пустотах на анальциме. Кроме этих жил, в контактах Манепахка случайные находки анальцима сделаны во многих местах. Обычно с анальцимом встречаются следующие минералы: эгирин I, микроклин, лампрофиллит, эвколит, эгирин II, альбит двух генераций—до анальцима и после него—и изредка натролит.

№ 2. Нептуниновая лощина Манепахка. В элювиальной россыпи этой лощины анальцим встречается вместе со следующими минералами: эгирином I, микроклином, нефелином, эгирином II, нептунитом и натролитом. Анальцим серовато-белого цвета обладает хорошей спайностью и в случайных пустотках образует сростки кристалликов. Появление здесь натролита объясняется позднейшим привнесом его гидротермальными растворами.

№ 3. Вершина Юмъечорра. Около эвколитовой жилы, в элювиальной россыпи найдены куски, состоящие из следующих минералов: эгирина I, микроклина, лампрофиллита, эвколита, эгирина II, альбита и анальцима, т.е. та же ассоциация минералов, что и в контактах Манепахка. Из всех этих минералов

¹ А. Н. Лабунцов. О титановом эльпидите из Хибинских Тундр и его парагенезисе. ДАН, А, 1926 г., март, стр. 39.

анальцим является последним образованием, заполняет промежутки между остальными минералами или кристаллическими агрегатами и выстилает стенки пустот, образуя кристаллы до 2 см величиной.

№ 75. Перевал Лопарский. В осынях западного борта перевала, около эгирино-полевошпатовой жилы встречены куски, состоящие из сплошного серовато-белого анальцима, проникнутого длинными кристаллами эгирина I. Анальцим имеет хорошую спайность и лишь в некоторых местах, повидимому в бывших стенках пустот, образует сростки кристаллов. Никаких других минералов в анальциме нет, за исключением небольших включений пиролюзита, являющегося псевдоморфозой по неизвестному минералу.

№ 94. Перевал между Коашвой и Китчипахком. На склоне Коашвы проходит натролитовая жила около 35 см мощности. Центральная часть жилы заполнена натролитом, а боковые части образованы первичным анальцимом, который, под влиянием гидротермальных условий и привнесенного натролита, частично также перешел в натролит. Сросшиеся кристаллы анальцима достигают величины 4 см в диаметре, и большинство из них превращено в натролит. Снаружи эти измененные кристаллы анальцима покрыты тончайшей зеленовато-серой корочкой каолинизированного вещества, затем идет тоненькая халцедоновая оболочка, а внутренняя часть кристаллов заполнена натролитом. Внутри этих псевдоморфоз натролита по анальциму часто наблюдаются пустоты со щеточками хорошо образованных кристалликов натролита, покрытых корочками кристаллического шабазита.

В Ловозерских Тундрах эпимагматический анальцим встречен лишь в случайных кусках в северо-западном цирке Антвундасчорра (№ 108) в парагенезисе со следующими минералами: эгирином I, микроклином, эвколитом, рамзаитом, эгирином II и нептунитом.

Анальцим, вторичный по содалиту и эгирину, в Хибинских Тундрах встречается редко, что объясняется сравнительно малым количеством содалита в Хибинских Тундрах. Мелкие включения вторичного анальцима известны лишь в контактах Манепахка и в Нептунитовой ложине, причем по парагенезису эти образования анальцима аналогичны с Ловозерскими Тундрами, месторождения которых и описываются далее, как более типичные.

№ 104. Северный перевал Тавайока. Анальцит по содалиту встречен в небольшом количестве в эллиовиальных россыпях в глыбах, состоящих из следующих минералов: лучистого эгирина I, микроклина, содалита, рамзаита, эвколита, эгирина II и, в некоторых случаях, нептунита и натролита. Более значительное количество анальцита встречено в глыбах, состоящих, главным образом, из эгирина II и небольшого количества микроклина, рамзаита и измененного эвколита. Эгирин II сильно изменен и заключает в себе правильно ограниченные полости, заполненные анальцитом и имеющие по периферии оторочки (корониты) из эгирина III. Внутри анальцита часто попадаются включения нептунита.

№ 108. Северо-западный цирк Ангвундасчорра. В осыпях в больших глыбах, состоящих из лучистого эгирина I, микроклина, рамзаита, лучистого эгирина II и содалита, входит также и анальцит, причем в тех участках, где эгирин II не изменен, в нем находится содалит, там же, где эгирин II изменен, в нем находится анальцит.

№ 112. Юго-западный цирк Ангвундасчорра. В осыпях этого цирка встречены глыбы, состоящие из сильно измененного эгирина II, проникнутого неправильно ориентированными кристаллами эгирина I и анальцитом. Анальцит здесь образовался не только за счет содалита, но и за счет эгирина II, и представлен, главным образом, белой земистой массой (анальцитовый шпреуштейн), которая скопляется небольшими гнездами в эгирине II, а также является тонко перемешанной с измененным, как бы расщепленным, асбестовидным эгирином II и иголочками новообразовавшегося эгирина III. Эта серовато-зеленая масса, представляющая из себя механическую смесь анальцита, продуктов распада содалита, измененного эгирина II и иголок эгирина III, по условиям образования и структуре вполне может быть названа эгирино-анальцитовым шпреуштейном.

Кроме этих наиболее типичных и крупных образований анальцита по содалиту и отчасти по эгирину II (№№ 104, 108 и 112), различные более мелкие образования анальцита в Ловозерских Тундрах встречаются довольно часто, что указывает, с одной стороны, на значительное распространение здесь содалита, а с другой стороны, это превращение содалита в анальцит, также как и обильные образования натролита из нефелина, указывают на значительную роль здесь гидротермальных условий.

ШАБАЗИТ.

Шабазит встречен всего лишь в нескольких местах в Хибинских Тундрах; мелкие кристаллики его, обычно двойники-ромбоэдри, найдены:

1. В элатолитах полевого шпата лопаритовой жилы контактов Манепахка.

2 — 3. В случайных кусках в контактах Манепахка и в Нептунитовой ложине, причем в обоих случаях шабазит, с мелкими кристалликами натролита и иголочками эгирина III, заключен в небольших пустотах в эвколите.

4. В анальцимовой жиле на перевале между Коашвой и Китчихаком корочки кристаллического шабазита покрывают кристаллики натролита, сидящие в пустотах измененных кристаллов анальцима (см. описание анальцима в № 94).

5. В 3-ем западном цирке Кукисвумчорра были найдены несколько случайных кусков с шабазитом. Куски эти представляют мелко-зернистый нефелиновый сиенит с сильно шпреуштейнизированным розоватым нефелином и имеют несколько трещинок, заполненных волосистыми скоплениями белого мезолита и сростками мельчайших кристалликов шабазита.

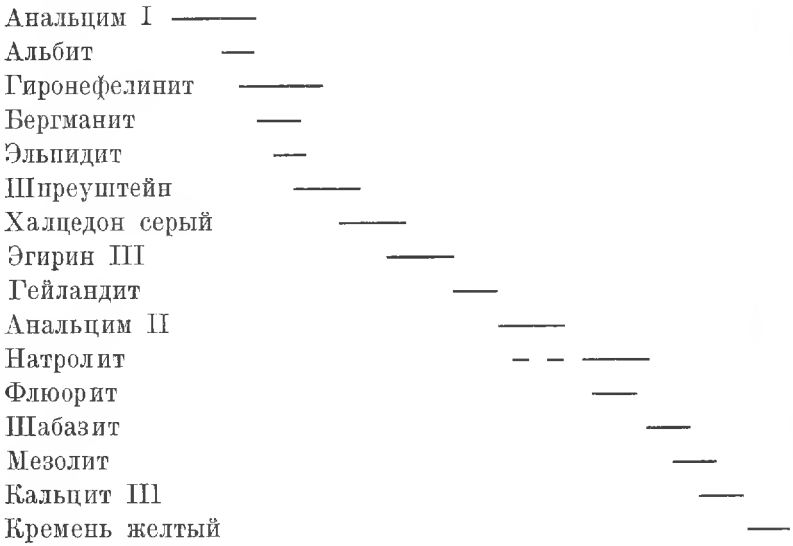
ГЕЙЛАНДИТ.

Гейландит найден лишь в одном месте в Хибинских Тундрах, а именно в осыпи юго-восточного склона Иидичвумчорра на высоте около 450 м над лагерем Часнаюка (экспедиция 1922 года). Мелкие желтовато-бурые кристаллики гейландита, до 2 мм величиной, включены в пластинчатый по {0001} кальцит. Кристаллики гейландита хорошо образованы и дают простейшие формы: c — {001}; b — {010}; t — {201}; s — {201}; m — {110} (установка по Des-Cloizeaux).

МЕЗОЛИТ.

Мезолит встречен в Хибинских Тундрах: 1) с шабазитом в 3-ем западном цирке Кукисвумчорра (см. шабазит) и 2) в натролитовой жиле Поачвумчорра № 28. В последнем месторождении розовато-желтый мезолит покрывает волосистыми корочками, до 3 мм толщины, стенки пустот в натролите или кристаллики натролита.

Последовательность образования цеолитов и других одновременно с ними выделяющихся минералов следующая:



Минералогический Музей.
Май 1926 г.

К минералогии пегматитовых жил Среднего Урала.¹

А. Е. Ферсмана.

(Доложено в заседании Отделения Физико-Математических Наук
20 октября 1926 года).

ВВЕДЕНИЕ.

Месторождения пегматитовых жил Мурзинского района² еще в конце XVIII века обратили на себя внимание исследователей, и целый ряд крупных научных работ связан с минералами этих жил. Классические по своей точности исследования Кокшарова широко захватили целый ряд минералов этих месторождений, а образцы, разбросанные по разным европейским и американским музеям, явились материалом для работ целого ряда лиц. Но все эти исследования оказались разбросанными в литературе; они не были объединены общей идеей, и не было даже попытки связать в одно целое минералогию этих месторождений.

Особенно мало внимания было обращено на выяснение условий генезиса и парагенезиса минералов, и по этим вопросам, в сущности, долгое время знали только то, что говорили почти столетие тому назад Ирман³ и Rose.⁴ Мало кто из минералогов посещал эти месторождения, и только немногие из них оставили краткие отчеты о своих посещениях.⁵

¹ Работа была почти закончена еще в 1914 г., но задержалась печатанием из-за военных событий и отсутствия иностранной литературы.

² А. Ферсман. Драгоценные и цветные камни СССР. Дгр., 1925, т. II, стр. 60.

³ Ирман. О месторождениях цветных камней в Мурзинской слободе. Горн. Журн. СПб., 1836, кн. I, стр. 222.

⁴ G. Rose. Reise n. d. Ural u. Altai. Berlin, 1837, Bd. I, pp. 439-470.

⁵ Arzruni (отчета нет), В. Воробьев (записные книжки должны быть изданы), А. Карнолицкий (см. литературу дальше), М. Ерофеев (отчета нет, в моих руках его записная книжка), В. Крыжаповский (отчеты по ММ, 1904—1926), К. Матвеев (Изв. Геол. Ком. СПб., 1924, т. XLIII, стр. 126) и др.

А между тем особый интерес Мурзинских месторождений заключается в том, что они не обособлены или замкнуты в строго определенный район, а вытянуты в меридиональном направлении на значительные протяжения. К ним примыкают копи Шайтанки, Ватихи, Сарапулки, литиевые жилы Липовки, пегматиты Адуя и более сложные процессы инфильтрации пегматитовых жил в Изумрудных Копях.¹ Вероятно, что часть кварцевых жил из окрестностей Свердловска и особенно пегматитовые жилы Верх-Исетского округа связаны с процессами аналогичного характера.

Вот почему для минералога раскрывается необъятное поле работы в пегматитовых жилах Среднего Урала, и широко и разносторонне поднимаются здесь вопросы геохимического характера; обильный кристаллографический материал топазов, бериллов, полевых шпатов и кварцев, целый ряд новых или редких минеральных видов, своеобразные и вместе с тем весьма разнообразные условия генезиса и парагенезиса—все это должно в результате привести к созданию монографического описания Мурзинских месторождений.

Так широко поставленная задача потребует много времени и труда для успешного ее выполнения: необходимо сначала поставить точное обследование самих месторождений, петрографическую и геохимическую съемку района, детальное химическое и кристаллографическое исследование накопленного за целое столетие научного материала.

По мере частичной обработки собранного материала я предполагаю выпускать отдельные результаты исследования.

ОБЩИЙ ОБЗОР КРИСТАЛЛОВ ТОПАЗА МУРЗИНКИ.

В нижеследующем очерке я попытаюсь собрать имеющиеся в литературе сведения о топазах Мурзинки; однако, ввиду сложности вопросов, я думаю впоследствии вновь вернуться к критическому пересмотру старых данных уже в связи с кристаллографической обработкой всего имеющегося у меня материала по мурзинским топазам. Здесь же я ограничиваюсь лишь пред-

¹ А. Ферсман. Матер. к исслед. цеолитов России. III. Цеолиты Урала и Тимана. Труды Геол. и Мин. Музея Акад. Наук. СПб., 1913, стр. 190.

варительными сведениями, необходимыми для выяснения характера тех своеобразных кристаллов, которые ниже описываются.

При исследовании топазов приходится иметь в виду, что они встречаются в описываемом районе не только в области Мокруши и Алабашки (откуда имеется большинство кристаллов в коллекциях), но и в других районах, более южных (у Шайтанки, очень редко у Липовки и Изумрудных Колей); таким образом, приходится часто сравнивать, при отсутствии более точных указаний, образцы из разных частей района с разными генетическими условиями, что неизбежно значительно усложняет вопрос и препятствует более точной формулировке выводов.

Еще труднее справиться с литературою конца XVIII и начала XIX столетия, когда обычно в исследованиях указывается месторождение образцов — „Сибирь“. Всю кристаллографическую литературу этого периода я счел нужным исключить из рассмотрения и предполагаю вернуться к ней лишь в общем историческом очерке Мурзинки.¹

Привожу ниже список главнейшей литературы по кристаллографии мурзинских топазов.

Abbé Hauy. Traité de minéralogie. Paris, 1822, p. 141.

A. Kupffer. Preisschr. u. genaue Messung des Kryst. Berlin, 1825, p. 77. (Топаз из Сибири?).

A. Levy. Descript. d'une collect. Londres, 1837, t. I, p. 261.

G. Rose. Reise n. d. Ural u. Altai. Berlin, 1837, Bd. I, p. 453.

N. Kokscharow. Mater. Mineral. Russl. St.-Petersburg, 1856, Bd. II, pp. 198, 203, 212—217, 243.

N. Kokscharow. Uebers. d. russisch. Topas. Mém. de l'Acad. Imp. des. Sc. de St.-Petersbourg, VI^e série, 1857, t. VI, pp. 359—395.

A. Dufrenoy. Traité de minéralogie. Paris, 1859, t. IV, p. 471, fig. 377. (Скульптура граней).

N. Kokscharow. Mater. Miner. Russl. St.-Petersburg, 1858, Bd. III, pp. 195, 381. (Измерение Breithaupt'a).

N. Kokscharow. Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Petersbourg, VII^e série, 1860, t. II, № 5; t. III, № 4.

A. Des-Cloizeaux. Manuel de minéralogie. Paris, 1862, t. I, p. 474.

N. Kokscharow. Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Petersbourg, VII^e série, 1865, t. VIII, № 12.

Н. Кокшаров. Катал. русск. топазам, etc. СПб., 1866. Изд. Минерал. О-ва.

¹ См. I. I. Bindheim. Beobacht. u. Entdeck. Gesellsch. Naturforsch. Freunde. Berlin, 1788, Bd. IV, pp. 254—259; C. L. Bose. Ibidem, 1789, Bd. III, pp. 92—98; U. F. B. Brückmann. Ibidem, 1794, Bd. V, pp. 166—176.

- C. Zerrener. Mineralog. Nachrichten. Berg- und Hüttenmänn. Zeitung. Leipzig, 1869, p. 8.
- Seligmann. Zeitschr. f. Kryst., 1879, Bd. III, p. 80. (Очевидно, кристаллы Ильменских гор).
- L. Grünhut. Ibidem, 1884, Bd. IX, p. 151.
- L. Grünhut. Ibidem, 1885, Bd. X, pp. 263, 264. (Oebbеске. Neues Jahrb. f. Min., 1887, Bd. II, p. 451).
- П. Бремеев. Зап. Минерал. О-ва. СПб., 1891, т. XXVII, стр. 439. 440. (Алабашка).
- L. Bombicci. Memor. Acad. Sc. Bologna, 1892, (V), II, p. 761, taf. IV.
- А. Карножицкий. Минерал. копи Средн. Урала. Зап. Минерал. О-ва. СПб., 1896, стр. 108.
- A. Finkle. Proceed. United States Nat. Museum, 1898, vol. XXXI, pp. 361—369.
- W. C. Lewis. Treatise on cryst. Cambridge, 1899, p. 221.
- V. Goldschmidt. Zeitschr. f. Kryst., 1905, Bd. XL, p. 381. (Вероятно Мурзинка).
- А. Кружановский. Katal. d. Samml. v. Kotschubey. Wien, 1908, pp. 61—64.
- Е. Федоров. Естеств. фигуры вытравл. на топазе. Зап. Горн. Инст. СПб., 1908, т. I, стр. 186.
- А. Ферсман. Гигантск. топаз из Мурзинки. „Природа“. Москва, 1912, июль, стр. 993.
- V. Rosicky. O Kryst. rade topasu. Rorpravy Ceske Akadem. Praha, 1916, t. XXV, (II), p. 1. (Список форм).
- Е. Костылева. О формах разъедания кристаллов топаза из Шайтанки. ИРАН, 1917, стр. 1415.
- А. Ферсман. Драгоценные и цветные камни России. Пгр., 1922, т. I, стр. 94.

Привожу далее список работ, в которых имеются указания о *генезисе и происхождении* мурзинских топазов.

- Fr. I. Hermann. Versuch ein. Beschreib. d. Ural-Erzgeb. 1789, Bd. II, p. 302.
- Fr. I. Hermann. Mineralog. Reisen in Sibirien. 1797—1798.
- Попов. Хозяйств. описан. Пермск. губ. 1804.
- Ирман. О местор. цветных камней в Мурзинской слободе. Горн. Журн. СПб., 1836, кн. I, стр. 222.
- G. Rose. Reise n. d. Ural u. Altai. Berlin, 1837, Bd. I, pp. 439—470.
- Г. Щуровский. Уральский хребет в геогн. минер. отнош. Москва, 1841, стр. 200—212.
- C. Zerrener. Erdkunde des Gouvern. Perm. 1851.
- N. Kokscharow. Mater. Miner. Russl. St.-Petersburg, 1856, Bd. I, p. 150.
- Белов. Промышл. цветных камней на Урале. Промышленный Листок, 1858, № 31—33, стр. 36—38.
- Межецкий. О коях цветных камней на Урале. Горн. Журн. СПб., 1882, кн. I, стр. 166—168.

- П. Калугин. Мурз. и Алабашск. копи цветных камней на Урале. Зап. Минерал. О-ва, СПб., 1880, т. XXIV, стр. 253—260.
- А. Карножицкий. Зап. Минерал. О-ва, СПб., 1896, т. XXXIV, стр. 92.
- А. Краснопольский. Геол. описан. Невьянск. горн. окр. Труды Геол. Ком., СПб., 1906, т. XXV, стр. 44, 58, 59, 78—82, 93, 94.
- А. Ферсман. За цветными камнями. „Природа“, Москва, 1912, сент., стр. 1046.
- А. Ферсман. Парагенезис минералов Мурзинки. ИРАН, 1922, стр. 463.
- А. Ферсман. Танталониобаты на Среднем Урале. ДАН—А, 1925, стр. 10.
- А. Ферсман. Драгоценные и цветные камни СССР. Лгр., 1925, т. II, стр. 60.

Привожу ниже *список форм*, отмеченных различными авторами на кристаллах топазов Мурзинского района. Этому списку соответствует и проекция гармоническая (табл. II рис. 10), на которой формы роста отмечены зачерненными кружками, причем те из них, которые принимают участие в облике кристаллов, обведены кругом. Просто кружками отмечены те формы, которые я или считаю сомнительными по тем или иным причинам, или которые относятся к формам растворения. Такое деление довольно произвольно, и весьма возможно, что при дальнейшем критическом пересмотре не только литературы, но и самих описанных оригиналов, придется в эту таблицу внести ряд поправок и дополнений.

Литература по топазам Мурзинки, несмотря на их исключительную красоту и заманчивость для кристаллографических исследований, сравнительно бедна. Точное определение форм мурзинских топазов было положено Леву, чертежи которого дали самое полное и верное изображение этих топазов.¹ Превосходные по точности работы Кокшарова, очевидно не знавшего исследования Леву, мало прибавили нового по этому вопросу, кое-что исправили и многое подтвердили. Схема G. Rose о существовании двух типов кристаллов топаза Мурзинки нашла свое подтверждение у Кокшарова. После него мы имеем только ряд небольших и отрывочных исследований, среди которых необходимо отметить только работу Еремеева,

¹ Как видно из таблички на стр. 106, Леву наблюдал на кристаллах из Мурзинки и „окр. Екатеринбурга“ 20 форм. Форма X пропущена у него в тексте, но имеется на чертеже.

ФОРМЫ ТОПАЗА МУРЗИНСКОЙ ПЛОЩАДКИ.¹

№	Буква.	Индекс.	Автор и год наблюдений.	Примечания.	Характер формы.
1	С	001	Levy 1837	Наиболее распространенная и важная форма.	Форма роста.
2	Ь	010	« «	Довольно обычная, хотя и мало развитая форма.	« «
3	N	210	« «	Очень узкая полоска. Еремеев (1891) подтвердил	« «
4	M	110	« «	Очень важная форма, изредка уступающая I.	« «
5	m	230	« «	Указывается очень часто. Важнее, чем g {130}.	« «
6	I	120	« «	Очень важная форма. Иногда доминирует над M.	« «
7	π	250	Kokscharow 1858	Наблюдалась только раз в виде узкой полоски.	Внушает сомнение.
8	σ	130	Levy 1837	В виде узкой полоски. Изредка.	Форма роста.
9	п	140	Kokscharow 1858	« « « « Не часто.	« «
10	р	150	Breithaupt 1858	« « очень узкой полоски на одном кристалле.	« « (?)
11	X	023	Levy 1837	По словам Крыжановского «drusig». ²	Вероятно, форма растворения.
12	f	011	« «	Очень важная форма, уступающая обычно y.	Форма роста.
13	y	021	« «	« « « Самая важная форма.	« «
14	h	103	Levy 1858	Изредка в виде маленькой площадки.	« «
15	p	102	Breithaupt 1837	Очень редкая форма. Breithaupt подтвердил.	« «
16	d	101	« «	Обычная форма в виде небольшой площадки.	« «
17	р	201	Л. Крыжановский 1908	Повидимому, опечатка в тексте.	Внушает сомнение.
18	i	113	Levy 1837	Важная и весьма обычная пирамида.	Форма роста.
19	ж	338	Ш. Еремеев 1891	Никаких указаний о характере плоскости.	Внушает сомнение.
20	и	112	Levy 1837	Наиболее важная пирамида.	Форма роста.
21	о	111	« «	Форма важная, но уступает по роли формам i, u.	« «
22	e	221	Kokscharow 1856	Доказана измерениями (Кокшаров, 1856, 365; 1858, III, 196).	« «
23	г	121	Л. Крыжановский 1908	Не ошибка ли?	Внушает сомнение.
24	η	233	Breithaupt 1858	Только на одном кристалле.	Вероятно, форма растворения.
25	ο	122	Levy 1837	Наблюдается не особенно часто.	Форма роста.
26	х	214	« «	Искривленная поверхность.	« растворения.
27	ψ	124	Breithaupt 1858	Л. Крыжановский тоже указывает.	« «
28	χ	123	Levy 1837	Наблюдается не редко.	« роста.
29	τ	314	« «	Очевидно, искривленная поверхность.	« растворения.
30	v	1.9.10	« «	Очевидно, вициалоид.	« «

¹ Порядок форм по V. Goldschmidt (Winkeltabell. Berlin, 1897, p. 346.). Форму χ (Grünhut, 1884) исключил как не относящуюся к Мурзинке.

² И. Кокшаров (Каталог топаз. Музея, 1866, стр. 25) отмечает эту форму только раз у Levy очень узкой полоской.

подтвердившего призму {210}, отмеченную на чертеже у *Levy*, и нашедшего новую пирамиду {338}.

В общем, с 1866 года наши сведения о мурзинских топазах почти не пополнялись. Между тем новые добычи дали обильный и новый материал и подготовили почву для новых исследований. Да и старый материал оказался далеко недостаточно исследованным. Новые методы измерений поставили на очередь критический пересмотр и переработку всех старых исследований *Кокшарова*, а исследования скульптуры граней, форм вытравления и отвечающих им световых лучей наметили совершенно новые и широкие задачи. Ведь в настоящее время недостаточно констатировать существование той или иной грани, необходимо к ней отнестись критически и решить вопрос, является ли данная грань формой комплекса роста или же она является продуктом вторичных изменений кристалла, представляя переход к многогранникам растворения.

Ввиду этого я считаю своевременным приступить к коренному переисследованию топазов Мурзинки,¹ но эта задача войдет целиком лишь в подготовляемую монографию пегматовых жил Среднего Урала, а в настоящее время я ограничиваюсь лишь предварительными данными.

Помимо форм, отмеченных в табличке на стр. 106, различными авторами указывались притупления в разных зонах; эти притупления мною условно нанесены в виде лучей в правом нижнем квадрате проекции рис. 10.

Кокшаров в разное время наблюдал притупления в зонах *fu*, *do*, *du*, *dM*, *fl*, *fg*, *hi*, *hc*, *hu*, *fi*, *fu*, *fo*, *fM*; *Breithaupt* на одном кристалле Горного Института наблюдал пирамидку между *i* и *п* (позднее *Еремеев* на этом месте нашел пирамиду {338}).

С другой стороны, часть плоскостей, начерченных и измеренных у *Levy*, является формами растворения, и, повидимому, на чертежах они идеализированы.²

Все наблюдавшиеся на топазах Мурзинки формы я считаю возможным разбить на четыре группы.

¹ Эта задача в полной мере будет плодотворною лишь в том случае, если удастся критически пересмотреть и изучить топазы Горного Института и коллекции *П. Кочубея*, так как в этих двух собраниях хранятся большинство оригиналов *Кокшарова*.

² Примерами могут служить чертежи *X. Kokscharow*, Atlas, Taf. XXXV, fig. 37, 39 — 42.

- I. Формы роста, принимающие участие в создании облика.
 II. Формы роста второстепенного значения.
 III. Формы, внушающие сомнение, как формы роста.
 IV. Формы растворения.

I		II		III		IV	
e	001	v	122	π	250	X	023
b	010	x	123	ρ	201	η	233
M	110	e	221	r	121	α	214
l	120	p	102	?	338	ψ	124
f	011	h	103			τ	314
y	021	N	210			ν	1.9.10
d	101	m	230				
o	111	g	130				
u	112	n	140				
i	113	μ	150				
10 форм		10 форм		4 формы		6 форм	

В общем кристаллы Мурзинки должны считаться весьма бедными формами роста.

Типы кристаллов топаза.

Мною собрано более 40 чертежей мурзинских топазов, сделанных различными исследователями в разное время. Из этих чертежей совершенно ясно вытекает существование двух определенных типов кристаллов, на которые обратили внимание впервые G. Rose, а потом Кокшаров и Grünhut.

*I тип.*¹ Внешний облик квадратный. К этому типу относится большинство больших синевато окрашенных топазов; он образован сильно развитым базопинакоидом, почти квадратною призмой {120} и сведенною на узкую полоску призмой M {110}. Очень сильно развитая дома у, узкая полоска f, слабо развитые пирамиды, главным образом u и i. Этот тип особенно беден формами.

¹ Примерами этого типа могут служить чертежи N. Kokscharow. Atlas, Taf. XXX, fig. 10, 11.

II тип. Внешний облик гексагональный. Из призм обычно доминирует $M \{110\}$. Базопинакоид сильно сужен четырьмя рядами основных пирамид (из них сильно развиты u и o). Из дом $\{okl\}$ сильно доминирует f над y ; передки формы ряда $\{hol\}$. Этот тип вообще более богат гранями (среди них d , h , v , x) и представляет как бы переход к ильменским топазам. Как будто бы более обычен для кристаллов Шайтанки.¹

До последнего времени нам были известны лишь эти два типа. Однако, крупные разработки 1910 и 1911 годов дали материал для установления еще двух новых типов. Их кристаллографическому исследованию и посвящена настоящая статья.

Я буду называть *III типом* те кристаллы топаза, которые по внешнему облику весьма сходны со *II* типом, но носят столь явные следы разъедания, что совершенно потеряли свой характер многогранников роста. Описанию этого типа посвящена глава на стр. 112.

Наконец, к *IV типу* я отношу те кристаллы, которые по своему облику связаны переходами с *I* типом, но характеризуются весьма сильно развитыми площадками формы $u \{021\}$ и призмы $l \{120\}$. Все остальные формы и в том числе базопинакоид или совершенно отсутствуют, или развиты весьма слабо. Описанию кристаллов этого типа посвящена глава на стр. 121.

Вопрос о более точном установлении типов кристаллов топаза в настоящее время имеет большой и теоретический и практический интерес.² Повидимому, в облике кристаллов топаза отражены условия генезиса. Сравнение топазов разных месторождений приводит нас к мысли, что при более высоких температурах преобладают квадратные формы с сильным базопинакоидом и что в процессах пневматолитического типа и гидротермальный базопинакоид отходит на второй план и усиливается значение дом зоны $\{001\} - \{010\}$ и отчасти призмы M .

Гидротермальные желтые топазы Бразилии, равно как фиолетовые — Санарки, являясь связанными с наиболее низкими температурами (порядка 300°), действительно довольно резко отличаются от типично пегматитовых топазов (голубых или белых) той же Бразилии или Мурзинки. Промежуточное

¹ См. Костылева, ИРАН, 1917.

² G. Kalb. Die Krystalltracht d. Kalifeldsp. in minerogenet. Betrachtung. Centralbl. f. Miner., 1924, p. 449; I. Koenigsberger. Konstanz und Variabilität in Krystalltracht. Zeitschr. f. Kryst., 1926, Bd. LXIII, p. 159.

положение занимают пневматолитические топазы оловянных штокверков (Шнекенштейн с базисом — ближе к пегматитам, Шерлова Гора с домами — ближе к рудным термальным жилам).

III ТИП КРИСТАЛЛОВ ТОПАЗА И ФОРМЫ ЕГО РАЗЪЕДАНИЯ.

Кристаллы этого типа были встречены исключительно в 1911 году в добычах Краюшкина в яме Мокруше около Мурзинки. Весьма обильный материал этих кристаллов поступил в Минералогический Музей Академии Наук через Уральскую Минералогическую контору, будучи специально подобранным и систематически собранным Л. И. Крыжановским; аналогичные образцы были приобретены В. И. Крыжановским и мною у разных торговцев в Екатеринбурге (Свердловске) и в Мурзинской области.

Этот тип по изяществу небольших кристалликов, лишь изредка достигающих 2 см по оси Z, интересен не только с кристаллографической точки зрения, но и с генетической, и потому его исследование является особенно важным для понимания минералообразовательных процессов Мурзинки.

Раньше чем перейти к изложению результатов своих исследований, считаю нужным остановиться на вопросе о том, что известно в литературе по явлениям вытравливания и разъедания топазов.

Явления вытравливания топазов.

Главнейшая литература по вытравлению топаза:

- X. Kokscharow. Mater. Miner. Russl. St.-Petersburg, 1857, Bd. II, p. 345. (Скульптура граней Урульги — растворение?).
- X. Kokscharow. Mater. Miner. Russl. St.-Petersburg, 1858, Bd. III, p. 211. (Разломы по базопинакоиду, разъедание).
- A. Д у э р б а х. Зап. Минерал. О-ва. СПб., 1870, т. V, стр. 162 — 168. (Фигуры вытравливания топазов Урульги).
- H. Ва um h a u e r. Neues Jahrb. f. Mineral., 1876, p. 5. (Искусственное вытравление).
- H. L a s p e u g e s. Zeitschr. f. Kryst., 1877, Bd. I, p. 355. (Разъедание саксонских топазов, искусственное вытравление KHSO_4).
- F. Scharf. Topas u. Quarz. Neues Jahrb. f. Mineral., 1878, pp. 168 — 178. (Скульптура вытравливания кристаллов Урульги).
- A. Websky. Neues Jahrb. f. Mineral., 1878, p. 38.
- L. Bombicci. Memor. Acad. Sc. Bologna, 1892 (V), II, p. 761. (Урал — сравнение с кварцами Паломбаии и Каррары).
- C. F. Wiik. Finska Vet. Soc. Förhandl., 1885, p. 72. (Скульптура и растворение ильменских топазов).

- A. Pelikan. Natürl. Aetzung an Topaskrystall v. San-Louis de Potosi. Tsch. Min. Petr. M., 1890, Bd. XI, p. 331.
- L. Souheur. Neue Formen am Topas aus d. Ilmengeb. Zeitschr. f. Kryst., 1892, Bd. XX, pp. 232, 235.
- T. Hiki. Notes on the Topaz from Mino. Journ. Coll. Tokyo, 1895, vol. IX, pp. 1—8.
- V. Goldschmidt. Zeitschr. f. Kryst., 1905, Bd. XI, p. 381. (Вициналоиды и вытравление мурзинского топаза).
- Е. Федоров. Естеств. фигуры вытравл. Зап. Горн. Инстит. СПб., 1908, т. I, стр. 186.
- V. Rosičky. O Topasu japonskem. Rozpr. česke Akad., 1909, (II), t. XVIII. (С хорошим списком литературы).
- V. Goldschmidt u. V. Rosičky. Topas von Minas Geraes. Verh. Mat. Ver. Heidelberg, N. F., 1912, Bd. XII.2, p. 251.
- A. Jahn. Topas aus Japan. Zeitschr. f. Kryst., 1912, Bd. I, pp. 136—138.
- D. Fenner. Über Topase von Minas Geraes in Bras. Neues Jahrb. f. Mineral., 1913, Bd. XXXVI, pp. 705—767.
- Е. Костылева. О формах разъедания кристаллов топаза из Шайтанки. ИРАН, 1917, стр. 1415.
- Е. Костылева. О формах разъедания кристаллов топаза из Монголии. ИРАН, 1917, стр. 1255.
- H. Graudinger. Über Topas von Penig in Sächs. Granulitgeb. Leipzig, 1919. Dissert. (Zeitschr. f. Kryst., 1922, Bd. LXV, p. 630).
- M. Eichler. Aetz. u. Lösungsversuche an Topas. Ber. Math.-Phys. Kl. Sächs. Ak. Wiss. L. 1921, Bd. LXXIII, pp. 232—246.
- A. Honess. The etch. fig. of Topaz. Amer. Miner., 1921, vol. VI, p. 71.
- E. V. Shannon. Proceed. United States Nat. Museum, 1921, vol. LVIII, pp. 469—482. (Химизм разъедания с новообразованием).
- А. Ферсман. Параген. минер. Мурзинки. ИРАН, 1922, стр. 470.
- S. Ichikawa. Amer. Journ. Sc., 1923, vol. VI, p. 53. (Вытравление японских топазов).
- А. Ферсман. Драгоценные и цветные камни СССР. Лгр., 1925, т. II, стр. 73—74.

Явления вытравления на кристаллах топаза уже давно обратили на себя внимание, причем особенно подробно касался этого вопроса Laspeyres, который высказал мнение, что вытравление саксонских топазов обусловлено теми процессами, которые откладывали вокруг них плотный горный мозг (Steinmark). Однако, наиболее детальными исследованиями мы обязаны Pelikan'у, который путем кропотливых измерений с обнаруженным гониометром установил ряд основных законов вытравления топаза; наиболее важными зонами для растворения он установил следующие: Mos, odo, of, Ml, ly, ou и ob. Далее следует упомянуть о работе V. Goldschmidt'a, который дал, однако, общую картину лучей роста и растворения, чем

в значительной степени обесценил выводы своего исследования. Один из описанных им кристаллов был вероятно из Мурзинки.

Подробно касался вытравления и Е. С. Федоров. Он описал, между прочим, несколько кристалликов из Мурзинки, однако, подобно Goldschmidt'у, не сделал попытки отделить вициналоиды роста от явлений растворения. Описания без измерений и без исследования направления лучей не позволяют в достаточной степени использовать результаты этой работы. Интересно замечание Федорова, что на всех изученных им образцах из различных месторождений явления вытравления были весьма сходны, что, по его мнению, указывает на действие одного и того же растворителя. Описанная им скульптура на гранях c , f и u кристаллов Алабашки должна быть отнесена к вициналоидам роста.

Наконец, самой последней и наиболее содержательной работой являются исследования Rosičky, посвященные формам вытравления японских топазов. Эта работа по детальности и точности исследования занимает совершенно исключительное положение в литературе, и на нее мне придется в дальнейшем неоднократно ссылаться, тем более, что изученные мною формы вытравливания очень сходны с японскими.

Значительно беднее литература об *искусственном вытравлении* топаза. Приходится отметить опыты Baumhauer'a над спайными обломками в сплаве едкой щелочи и Laspeyres'a над вытравлением базопинакоида в сплаве $KHSO_4$. В более широком масштабе и более систематично велись эти опыты в кристаллографической лаборатории V. Goldschmidt'a, но они остались неопубликованными. В лаборатории Rinne была закончена и опубликована в 1921 году очень интересная экспериментальная работа по растворению в расплаве КОН при $260^\circ C$.

Описание кристаллов III типа.

Перехожу к описанию исследованных мною кристаллов.

С внешней стороны кристаллики представляют водяно-прозрачные блестящие кристаллики, длиной до 1 см, с различно выраженными явлениями вытравления. Часто на двухконечных кристаллах один конец носит сильно выраженное вытравление, тогда как с другой стороны кристаллы сохраняют резкость очертаний граней.

Любопытно также отметить, что те кристаллы, которые лежали на плоскостях полевого шпата, обнаруживают явления вытравления гораздо более резко на той стороне, которая обращена к свободной полости трещины и, очевидно, свободнее обмывалась растворами.

Благодаря совершенно исключительному для топаза развитию пинакоида $\{010\}$ и равномерному развитию граней основной призмы $\{110\}$, кристаллы этого типа обладали совершенно гексагональным видом, что вполне согласуется с теми воззрениями на строение топазов, которые высказаны Федоровым.¹ Кристаллы в наиболее совершенном виде без явлений вытравления вполне сходны с кристаллами топаза Сан-Луи де Потози и отчасти Дуранго.²

В качестве граней роста мною были обнаружены следующие формы:

$\{110\}$ — в большинстве кристаллов хорошо выраженная или покрытая квадратными фигурками разьедания;

$\{210\}$ — узкая полоска на одном кристалле (см. проекционную картину № 2);

$\{120\}$ — сильно уступает предыдущей, часто отсутствует и вертикально исштрихована;

$\{010\}$ — весьма хорошо выражена, редко отсутствует, иногда развита настолько, что не уступает $\{110\}$;

$\{230\}$ — узкая полоска на двух кристаллах;

$\{130\}$ — узкая полоска на одном кристалле;

$\{111\}$ — преобладающая по развитию пирамида; иногда единственная, иногда намек в виде притупления на $\{221\}$;

$\{112\}$ — иногда ясно заметна, но обычно сильно вытравлена;

$\{113\}$ — только в ничтожных притуплениях и то редко;³

$\{101\}$ — иногда сильно развита, иногда носит характер прецизионной плоскости;

$\{021\}$ — в качестве формы роста развита редко;

$\{011\}$ — » » » » »

Любопытно полное отсутствие базопинакоида в качестве плоскости роста. Зато явления вытравления развиты необыкновенно интенсивно: к ним я отношу три типа явлений.

¹ Е. Федоров. Критич. пересм. крист. минерал. царства. Зап. Имп. Акад. Наук, по Физ.-Мат. Отд., VII сер., 1903, т. XIV, стр. 106.

² Н. Вü cking. Zeitschr. f. Kryst., 1887, Bd. XII, Taf. VII, Fig. 1 u. 2.

³ Столь часто указываемые грани $\{115\}$, $\{116\}$, $\{117\}$, $\{118\}$ являются обычно формами растворения базопинакоида.

I. Фигуры вытравления (ямки и холмики) с ясно выраженными световыми лучами.

II. Прероззионные грани с отвечающими им световыми пятнами.¹

III. Поля округлые растворения с относящимися к ним световыми полями рефлексов.

I. Фигурки вытравливания резче всего развиты на гранях призмы {110}, где они имеют вид четырехугольных углублений с необычайно резкими элементами ограничения. Им отвечают лучи в зонах Мев и Мос. Такая же резкая скульптура явлений

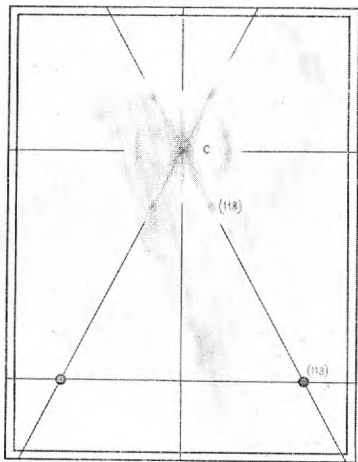


Рис. 1.

растворения проявляется на гранях в {010}. Во всех остальных частях кристаллов явления вытравливания носят менее правильный характер, образуя переходы к полям растворения. Кульминацией таких фигурок образуются прероззионные грани. Совершенно исключительный интерес представляют формы разъедания на базопинакоиде. Как отмечено, целый ряд кристаллов разломан по спайности, и поверхность этого разлома покрыта мельчайшими фигурками вытравливания, по внешнему виду не представляющими какой-либо особой правильности. Однако,

в гониометре рефлекс такой разъеденной плоскости спайности дает симметрическую и очень красивую картину, изображенную в удвоенном масштабе (по отношению к общим проекциям) на рис. 1. На нем две точки внизу дают положение формы {113} и. Сам рефлекс дает две дуги в доматической зоне, причем центр этих дуг приблизительно отвечает положению {015}. Длинные лучи в зонах с М оканчиваются довольно определенными точками, и их положение совершенно точно отвечает пирамиде {118}. Любопытно, что эта картина весьма точно повторялась на ряде кристаллов, и положение точек всегда отвечало {118}.

¹ См. D. Fenner, Über Topase von Minas Geraes. Neues Jahrb. f. Mineral., 1913, Bd. XXXVI, p. 721.

Этот рисунок рефлекса до мелочей сходен с таким же рисунком, данным в работе V. Goldschmidt'a.¹ Интересно, что положение точек тоже одинаково: {118} и {016}, и что мы имеем здесь строго закономерное явление при вытравлении грани с. Если мы еще сравним эти явления с вытравлением, описанным Е. Е. Костылевой на кристаллах Шайтанки, то увидим одно из наиболее постоянных и типичных явлений растворения топаза.

II и III. К прерозионным граням я отношу часть граней {101}, а также {011}. Повидимому, точки (112) в проекциях равным образом носят такой характер. Анализ проекций дает целый ряд кульминирующих точек, представляющих из себя прерозионные плоскости. Таковы усиления света в точках x {123} и ψ {124}. Во всяком случае положение таких плоскостей растворения, равно как и положение элементов ограничения фигур вытравления, может быть подвергнуто математическому анализу, и к ним приложимы основные законы рациональности и гармоничности (если не простоты) отношений.²

Несомненно, наибольшее значение, как прерозионной грани, принадлежит форме {101}.

Часть прерозионных граней непосредственно переходит в третий тип элементов ограничения b —поля растворения.

Описание рисунков и отдельных кристаллов.

На рис. 2 дан схематический чертеж целого ряда кристаллов в том виде, в каком они рисуются без явлений растворения. Этот чертеж мог бы служить, следовательно, иллюстрацией к тому идеальному многограннику, который получился бы, если бы явления растворения не нарушили спокойного хода роста. Один уцелевший от растворения кристалл почти точно отвечал этому чертежу.

Кристалл № 2 (табл. I, рис. 8). Исключительно правильно развитый кристалл незначительной величины (4 мм по оси Z). Рефлекс ближе всего отвечает верхней половине проекции лучей

¹ V. Goldschmidt u. V. Rosiĉky. Verhandl. Naturf. Ver. Heidelberg, 1913, N. F., Bd. XII (2), pp. 250-251.

² О рациональности индексов см. G. Link. Tsch. Mineral. Petr. Mitth., 1891, p. 82; H. Thiene. Neues Jahrb. f. Mineral., 1909, Bd. I, p. 100.

кристалла 2. Очень сильно развита форма d . Очень интересна зона призмы, так как в ней обнаружены формы $\{110\}$, $\{230\}$, $\{120\}$, $\{130\}$ и $\{010\}$.¹ Вытравление выражено слабо, и зона призмы почти не тронута. Очень интересна прерозизионная грань f $\{011\}$, покрытая большими „Aetzhügel“ в виде гребней, спускающихся с вершины кристалла. Всюду мелкие фигурки растворения. Общий облик вызван преобладающим развитием довольно хорошо развитых и ровных плоскостей O $\{111\}$, тогда как в верхней части кристалла видны следы u $\{112\}$ и i $\{113\}$. Раньше существовавшая форма $\{101\}$ сильно изменена и вытравлена. Ребра

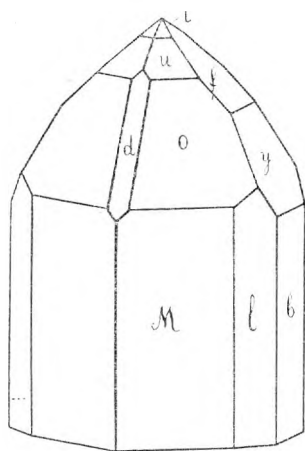


Рис. 2.

этих форм сглажены сложными и мельчайшими фигурками, дающими определенные рефлексы, но без ясных элементов ограничения.

Кристалл № 3. Весьма сходен с предыдущим. В зоне призмы те же формы $\{130\}$ и $\{230\}$. Вся верхняя часть кристалла носит следы сильного вытравления и в рефлексе отвечает картине, изображенной на чертеже. Широкая форма d носит прерозизионный характер. Пинакоид $\{010\}$ в виде узкой полоски.

Кристалл № 4 (табл. I, рис. 7). Этот кристалл представляет наиболее типичную форму разъедания, и большинство кристаллов имеющих у меня штуфов относится к этому типу. С внешней стороны они представляют нечто в роде гексагональной призмы с пирамидою на концах, что получается благодаря сильному развитию пинакоида $\{010\}$ и доматиической зоны $sfyb$. Рисунок изображает один из таких кристалликов, сидящий боком на полевошпатовой породе, с сильно разъеденною трещиною по базопинаконду. Говорить об отдельных плоскостях в этом типе почти не приходится. В зоне призмы одинаковое развитие принадлежит M и b ; изредка наблюдается и l . Сама головка кристалла, благодаря особому ребристому строению, представляет неправильную округлую поверхность, в которой

¹ $\{130\}$ и $\{230\}$ в форме очень узких, но ясных полосочек, не изображенных на чертеже.

трудно разобраться и в которой не видно не только отдельных прерозионных плоскостей, но и округлых полей растворения. Однако, на некоторых кристаллах можно видеть у подножья острых углов „Aetzhügeln“ довольно ровную и блестящую поверхность прерозионных плоскостей $d \{101\}$ и $f \{001\}$.

Изучение морфологии поверхности этих многогранников может быть достигнуто лишь изучением их картин рефлексов.

Картины рефлексов.

На табл. II (рис. 9 и 11) даны картины рефлексов, снятые путем измерения около (100) точек с двух сильно вытравленных кристаллов.

Анализ картины рис. 11 приводит нас к следующему: в зоне призмы дают прекрасные рефлексы формы M и b . Штриховатость фигур вытравления на этих плоскостях приводит к сплошному лучу в призматической зоне. Такие же сильные лучи (числом 6) идут от призмы по направлению к базопинакoidу от призмы и от $\{010\}$ b .

Первые лучи оканчиваются в точках $u \{112\}$, которым на поверхности кристаллов отвечает округлая поверхность растворения.

Сильные точки d и f являются прерозионными гранями; между ними протягиваются важные лучи фигур вытравления.

Вся остальная картина носит явный характер явлений растворения; это выражается наглядно в проекции образованием световых полей лучей и пятен, как раз в промежутках между главными направлениями зон роста и между положением точек главных плоскостей роста. Среди этих полей обращает на себя внимание ряд более интенсивных точек, которые легко при других методах исследования можно было бы принять за рефлексы плоскостей. Таковы части дуг с усилениями, отвечающими точкам x и ψ и усилением точки τ на луче d и f . Очевидно, что и другие исследователи не имели дело с настоящими плоскостями этих трех знаков и что они должны быть исключены из комплекса форм роста мурзинского топаза.

Любопытен также типичный луч растворения на базопинакoиде.

Картина лучей рис. 9. Кристалл, отвечавший в рефлексе этой картине, носил еще более ясно выраженные явления

вытравления. Картина рефлексов в общем отвечает предыдущей, но особенное внимание обращают на себя сильные дуги между h и i . Вообще на кристаллах топазов не только мурзинских, но и японских и бразильских, зона h намечает собою верхнюю границу явлений растворения. Ближе к пинакoidу почти не наблюдается лучей; главные поля растворения лежат или около этой границы, или в областях с большим ρ . Вероятно и слабая точка h , отмеченная в верхней части картины второй, точно также является или уклонением в общей дуге, или действительной пререзионною плоскостью.

Во всяком случае, постоянство явлений растворения на всех исследованных кристаллах и аналогия их с теми же явлениями у японских и бразильских делают своевременным поднять вопрос об их критическом изучении, сравнении и, в особенности, обозначении, аналогично тому, как было поступлено с алмазом.¹

Во всяком случае, те выводы и наблюдения над вытравлением описанного типа кристаллов топаза не могут быть перенесены на явления аналогичного характера у других типов. Приведенные результаты, таким образом, не обнимают *всех* явлений вытравления топазов Мурзинки, так как мне удалось выяснить, что в целом ряде образцов явления вытравления идут несколько иного характера. Несомненно, что это разнообразие типов разъедания вызывается не только разнообразием химических агентов, разрушающих топазы, но и разнообразием комбинаций и первоначального облика.²

Невольно, однако, напрашивается сравнение с теми явлениями вытравления топаза, которые детально описаны у Росицку и Костылевой, из Японии, Шайтанки на Урале и из Монголии.

¹ A. Fersmann u. V. Goldschmidt. Über Diamant. Heidelberg, 1911; ср. H. Bauhans. Aetz- und Lösungsversuche am Alaun. Verhandl. Nat. Med. Ver. Heidelberg, 1913.

² Мною был измерен довольно большой кристалл старых добыч, где лучи на f шли в зонах fM и fl , а максимальное растворение привело к образованию сплошного светового поля между h и i . Эти световые поля, весьма резко и определенно очерченные, совершенно лишены самих точек и совершенно аналогичны световым полям алмаза. См. A. Fersmann u. V. Goldschmidt. Op. cit.

Вытравление японских топазов приводит к гораздо большему разнообразию типов, чем это наблюдается на мурзинских кристаллах. Картины проекций у чешского автора необычайно разнообразны, тогда как во всех моих образцах различие заключалось, главным образом, в большем или меньшем развитии той или иной части картины, и различия сказывались лишь в деталях относительного развития. Весьма возможно, что это различие японских кристаллов связано с тем, что материал принадлежит к разным месторождениям, разным жилам и разным разработкам. В противоположность этому, весь описываемый материал принадлежал одной и той же части жилы и был добыт в одно и то же время. Другое различие между мурзинскими и японскими кристаллами видно в том, что на последних можно лучше проследить все стадии растворения, тогда как в мурзинских кристаллах явления вытравления выражены более однотипно.

С другой стороны, разъедание кристаллов Шайтанки, хотя в некоторых деталях и отвечает вышеописанным явлениям, тем не менее больше сближается с японскими; особенно резко различие в явлениях, связанных с плоскостью осей Z Y .

Такую же сильно продвинувшуюся стадию процесса обнаруживают и формы вытравления Монголии, тоже очень продвинувшиеся в процессе разъедания.

Таким образом, мы можем установить, что, в то время как кристаллы японские, шайтанские и монгольские обнаруживают сильно продвинувшиеся стадии процесса растворения, на кристаллах описываемого типа Мурзинки мы еще наблюдаем резко выраженные черты векториальности роста, связанной может быть с некоторою перемежаемостью роста и растворения или с процессами, шедшими близко к точкам насыщения.

С этим находится в связи и прямолинейность лучей в гномонической проекции кристаллов.

Действительно, именно такая точка зрения подтверждается данными по искусственному вытравлению едкими щелочами. В первых стадиях растворение тесно примыкает к основным зонам роста, с тем, чтобы потом покрыть кристаллы гранями растворения, т.-е. полями, главное место которых как раз приходится между $\{111\}$ и $\{021\}$ или $\{011\}$, и которые, отсутствуя на изученных кристаллах Мурзинки, столь типичны для Японии, Монголии и Шайтанки.

Парагенезис топазов III типа и условия их вытравления.

Описанные кристаллы топаза сопровождаются следующими минералами: кварц, прозрачный и дымчатый, ортоклазовый пертит, берилл (редко), альбит, турмалин, мусковитовая слюда (столбиками), зеленый слюдястый минерал типа джилбертита и черные корочки марганцевых окислов.

На диаграммах парагенезиса, данных мною,¹ место этого типа определяется линией, обозначенной цифрой 3 и приходящейся на конец пневматолитической фазы; точнее его образование определяется тем, что очень редко его сопровождает берилл, частично мусковит и конец образования кварца, чем очень точно фиксируется место на диаграмме в начале линии 3, т. е. в условиях около 400° С (как видно из нижеописываемого типа, при более высоких температурах).

Однако, характерною чертою топазов этого типа является его разъеденность, несомненно связанная с новообразованием калиевых мусковитовых и джилбертитовых слюдок. Нет никакого сомнения, что новообразование джилбертитовых слюдок, опутывающих некоторые кристаллы топаза, шло путем перегруппировки ранее образовавшихся минералов, особенно полевых шпатов, термальными водами. Может быть этот процесс связан был с переходом критической температуры воды около 360°. Надо думать, что гидролиз полевых шпатов приводил к слабым растворам щелочей, которые, как мы это хорошо знаем из опытов, при 350° именно обладают в водных растворах большою способностью к разложению топаза.

В настоящее время совершенно очевидно исключительное распространение именно этого явления и именно на границе пневматолитической и гидротермальных фаз.² Специально по топазу такое явление отмечалось неоднократно.³

¹ А. Ферсман. ИРАН, 1922, стр. 466; А. Ферсман. Драгоценные и цветные камни СССР. Лгр., 1925. т. II, стр. 73.

² А. Ферсман. Процессы замещения в гранит. пегмат. жилах. ДАН — А, 1926, стр. 83—86 (с литературой).

³ А. Ферсман. *loc. cit.*; E. Shannon. *Proceed. United States Nat. Museum*, 1921, vol. LVIII, p. 469 (новообразование маргародита и маргарита); K. Landes. *Amer. Mineralog.*, 1925, vol. X, p. 378 (ленидолит вторичный); Diller a. Clarke. *Amer. Journ. Sc.*, 1885, vol. XXIX, p. 378 (превращение в мусковит).

IV ТИП ТОПАЗОВ МУРЗИНКИ И ИХ ПАРАГЕНЕЗИС.

Кристаллографическое описание.

Этот тип кристаллов топаза дали, главным образом, разработки на Мокруше в течение 1910—1914 годов; однако, судя по образцам в музеях, он встречался и ранее.¹ Его внешний облик и относительное развитие плоскостей до мельчайших подробностей отвечают кристаллам топаза из Флориссана в штате Колорадо² (см. рис. 3—5).

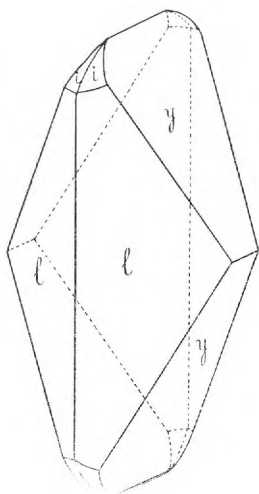


Рис. 3.

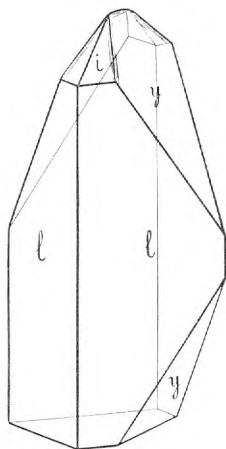


Рис. 4.

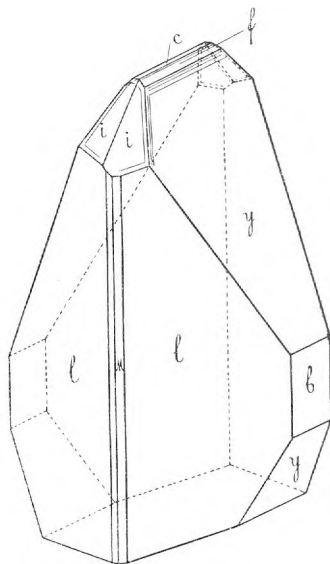


Рис. 5.

По своей комбинации этот тип несколько примыкает к типу I, с которым он имеет общий квадратный вид с преобладающим развитием призмы $\{120\}$ и формы $\{021\}$. Во всяком случае, этот тип связан рядом переходов с I типом, причем главное различие заключается в развитии базопинакоида.

¹ Так, на одном штуде коллекции б. Высш. Женск. Курсов в СПб мною было обнаружено более 10 кристалликов этого типа, покрывавших вместе с турмалином большой ортоклаз. Характерное закругление $\{001\}$, узенькая полоска $\{110\}$ и сильно развитый $\{110\}$. Все кристаллы лежали боком и были двухконечны.

² См. V. Goldschmidt. Zeitschr. f. Kryst., 1905, Bd. XI, p. 381.

Некоторые кристаллы этого типа достигают 4 см длины и характеризуются красивым синеватым цветом. Однако, такая величина в общем необычна; большая часть кристаллов не достигает 1 см, и, наконец, на целом ряде штуфов кристаллики характеризуются исключительно незначительной величиной и, на подобие фенацитов Ильменских гор, обсыпают плоскости полевого шпата.

Обнаружены были следующие формы:

l	210	i	113	Общий тип, обусловленный двумя формами l и y, вполне тождествен с домашним типом кристаллов из Японии. ¹
M	110	y	021	
b	010	f	011	
c	001	X	023 (?)	

l — сильно развита и обуславливает внешний вид кристаллов; покрыта веретенообразными вициналоидами, вытянутыми по оси Z.

M — обычно отсутствует; лишь изредка — в виде очень узкой площадки без всяких следов скульптуры.

b — исключительно большая и хорошо развитая форма, иногда необычайной величины; без всяких следов скульптуры.

y — превосходно развитая и чистая блестящая грань; в рефлексе — два луча по направлению к i — {113}; наверху через закругление связана с формой f.

f — в виде узкой площадки с сильным закруглением.

c — блестящий, очень ровный базопинакоид; наблюдается лишь на больших кристаллах, а на маленьких совершенно отсутствует; рефлекс часто с лучом в зоне c y b.

X — часть закруглений в зоне c y b приближается к положению X.

i — единственная наблюдавшаяся пирамида; часто совершенно отсутствует или сильно закруглена; иногда все ребра замнены плоскими прищуплениями.

Наибольший интерес, с точки зрения вициналоидов и скульптуры, можно обнаружить на плоскости i и на всей зоне c y b. Острое ребро двух боковых дом y обычно сильно закруглено и носит следы скульптуры, совершенно аналогичной топазам Японии. Среди многочисленных вициналоидов (по моему мнению, являющихся в результате особых явлений роста) можно с ясностью

¹ Kosičky. Op. cit., p. 1.

обнаружить тонкую полоску $f\{011\}$ и очень слабое притупление, отвечающее $X\{023\}$. И та и другая формы в рефлексе представляют лишь усиление света в сплошном световом луче.

Более любопытен характер плоскости i : она окружена оторочкою вициналоидов, идущих параллельно ребрам ее ограничения; эти вициналоиды очень плоски и дают слабые и короткие лучи в зонах ii , iy , il и ic .

В иных случаях эти вициналоиды сливаются в общую округлую поверхность. Общий характер всех этих явлений говорит за особое проявление поверхностной энергии. Давать определенные символы частям лучей, исходящих от формы i , является вряд ли правильным.

На прилагаемых трех рисунках (рис. 3—5) видны наиболее обычные комбинации кристаллов топаза этого типа.

Парагенезис.

В добычах 1910 и 1911 годов описываемые кристаллы топаза генетически связаны с двумя типами минеральных ассоциаций. Лучшие кристаллики наибольшей величины, нередко с красивым голубовато-мутным оттенком, встречались вместе с легким агрегатом листочков лепидолита на штуфах альбита и темного дымчатого кварца. Своеобразный агрегат лепидолита, носящий у местных копачей Мурзинки название „кипелки“, иногда образует довольно большие скопления, и между отдельными листочками сидят свободно образованные, часто двухконечные кристаллики топаза. Весьма обычным спутником этих штуфов, достигающих редкой красоты и изящества,¹ являются цветочки хорошо образованных кристалликов альбита и синий фосфат.²

Гораздо интереснее тип парагенезиса, где кристаллики топаза сидят иногда в довольно большом количестве в пустотах разъеденного и вытравленного пегматита. В этом случае кристаллики никогда не достигают значительной величины, лежат боком

¹ Интересно отметить, что этот тип топазов встречен был вместе с большими кристаллами I типа в той огромной пустоте с колоссальными ортоклазами и дымчатыми кварцами, о которых я упоминал в заметке: Гигантский топаз из Мурзинки. „Природа“, М., 1912, июль, стр. 993.

² См. Отчет по Мин. и Геол. Музею Ак. Наук за 1910 г.; Труды Геол. Музея Ак. Наук. СПб., 1911. т. V, стр. 14; А. Ферсман. Парагенезис минералов Мурзинки. ПРАН, 1922, стр. 472.

в форме конвертов (не концом оси Z , как обычно)¹ и сопутствуют превосходно образованными большими кристаллами альбита и тем же синим фосфатом.

Самый пегматит носит тот своеобразный характер разъедания, о котором писали А. П. Карпинский и Breithaupt.² Однако, нередко вынесенным минералом является не кварц, а слюда. На некоторых образцах оба эти минерала еще сохранились в виде отдельных следов: первый в неправильных сильно изъеденных формах, второй в сплошных скоплениях с своеобразными светлыми оторочками. Как тот, так и другой носят следы действия сильного химического реактива, положившего начало и новообразованию альбита, и топаза. Необходимо отметить вероятность действия фтористых паров и особенно перегретых паров воды. Относительно последних Niklas³ экспериментально доказал, что вода сильно действует на полевые шпаты, превращая их в мусковит или каолин и переводя в раствор кремнекислую щелочь. Последняя, как известно, является при повышенных температурах весьма энергичным растворителем кварца (Spesia). На диаграмме образования мурзинских топазов все эти явления очень ясно выражены (см. в таблице при топазе цифру 3), причем в этом случае мы наблюдаем совместное образование топаза и лепидолита-кипелки, альбита и псевдоморфизацию кордиерита.

В общем, это типично поздний топаз, как бы одна из последних генераций пегматитовых образований жили.

Однако, и после образования кристалликов топаза шли еще химические реакции, что видно в целом ряде явлений вытравления кристаллов топаза и образования вокруг них скоплений глинистого вещества. Эти явления вытравления отмечены на стр. 123, но по своему типу они отличаются от того вытравления, которое описано на кристаллах III типа.

¹ G. Kalb. Herrscht Zufall oder Gesetz b. Festwachs. d. Kryst. Centralbl. f. Min., 1920, № 5—6, p. 65.

² A. Breithaupt. Pegmatolith ohne Quarz aus Schaitansk. Berg.-u. Hüttenmänn. Zeit., 1854, p. 255.

³ H. Niklas. Chemische Verwitt. d. Silicate. Inaug. Diss. Wien, 1912, pp. 139—141.

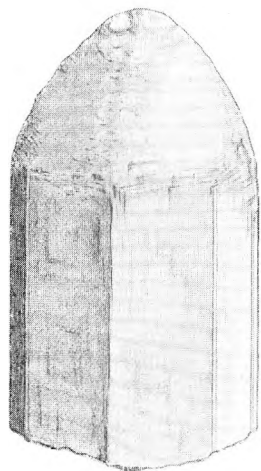


Рис. 6.

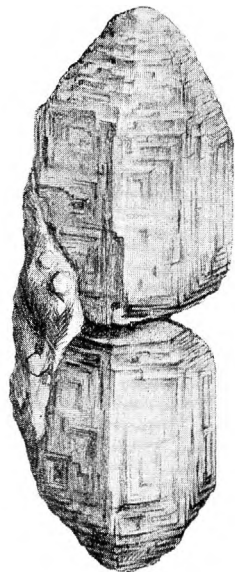


Рис. 7.

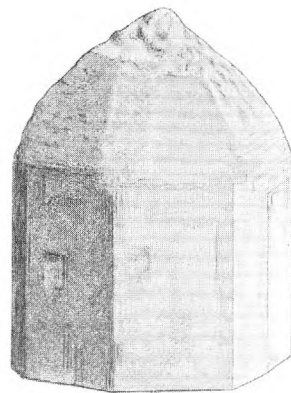


Рис. 8.

Изображение кристаллов топаза из Мурзинки III типа. Характерны явления растворения, особенно резко выраженные на кристалле, изображенном на рис. 7.

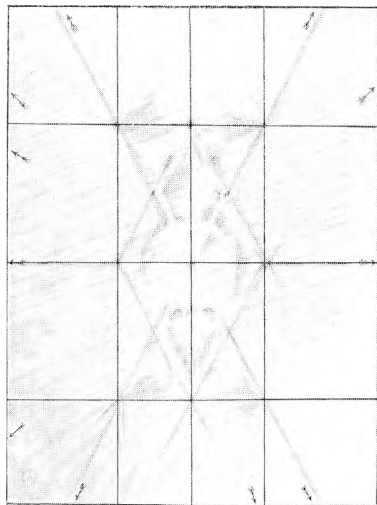


Рис. 9.

Рефлекс естественного вытравления топаза [проекция на (001)].

Тр. ММ, т. II.

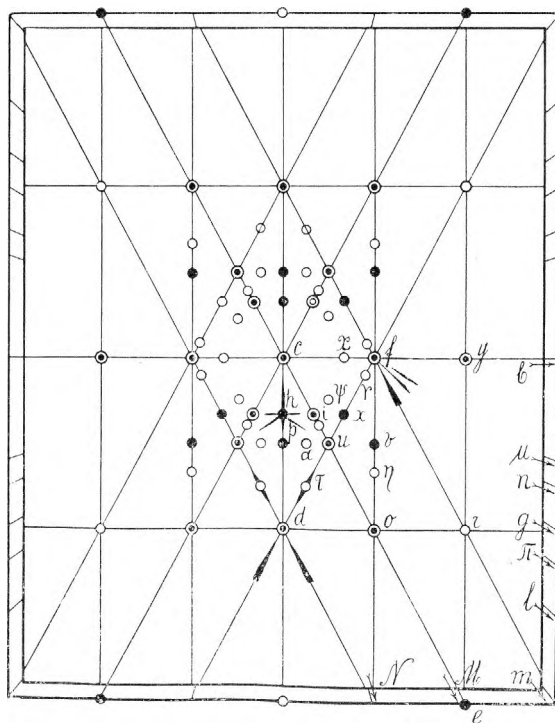


Рис. 10.

Схематическая проекция основных граней топаза.
Объяснения знаков см. на стр. 105.

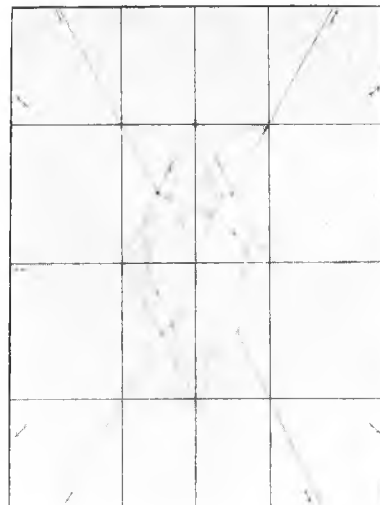


Рис. 11.

Рефлекс естественного вытравления топаза [проекция на (001)].

Шлифовка сферических поверхностей вращающейся трубкой.

А. В. Шубникова.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения Физико-Математических Наук 29 декабря 1926 года).

Продолжение нашей работы об *интерференции* бесконечных плоских фигур¹ привело нас к необходимости сконструировать особый фотографический аппарат с большим числом тождественных объектов, расположенных в шахматном порядке. Отсутствие уверенности в том, что первый проект аппарата окажется удовлетворительным, материальные соображения и перспектива длительного ожидания результатов заставили нас отказаться от мысли заказать объективы на оптическом заводе и вынудили искать выхода в изобретении простого лабораторного метода одновременной шлифовки большого числа линз. Проблема распалась на две части: шлифовка шаров и шлифовка линз.

Шлифовка шаров.

Обычный способ шлифовки и полировки сферических поверхностей² состоит в применении чугунных, латунных и смоляных вращающихся *чашек*, в которых шлифуемые куски стекла срабатываются различными по крупности сортами карборунда, наждака (для шлифовки) и крокуса (для полировки). Существенными недостатками этого метода являются: 1) изменение радиуса шлифуемой сферы вследствие неравномерной снашиваемости середины и краев чашки, обуславливаемой различием их линейных скоростей, и 2) необходимость иметь огромный набор чашек для шлифовки сферических поверхностей различного радиуса. Указанных недостатков не имеет способ шлифовки шаров вращающейся около своей геометрической оси металлической или иной трубкой. Техника самой работы в существенном остается та же, что и в случае применения чашек: отрезок железной

¹ А. В. Шубников. О сочетаниях правильных систем фигур на плоскости. ПАН, 1926, стр. 1171.

² В. Halle. Handbuch der praktischen Optik. Berlin.

трубки монтируется на горизонтальном или вертикальном шпинделе станка, центрируется, протачивается по ребру и приводится во вращение со скоростью 500—1.000 оборотов в минуту, в зависимости от диаметра трубки. Грубо обоблаченный на шлифовальном круге по форме шара кусок стекла или камня обмывается мокрым карборундом или наждаком и шлифуется ребром вращающейся трубки при постоянном беспорядочном поворачивании шара рукой. Переходя от грубых сортов карборунда к более мелким, заканчивают работу полировкой шара в оловянной, свинцовой или той же железной обернутой холстом трубке, крокусом с водой.

А ргіогі авторитетные в деле оптотехники лица делали мне следующие возражения против предлагаемого метода: 1) карборунд не будет держаться во время работы на ребре шлифующей трубки; 2) при беспорядочном поворачивании шара в трубке нельзя гарантировать, что шар со всех сторон будет сошлифован равномерно. На практике оказалось, что карборунд действительно плохо удерживается трубкой, но зато прекрасно держится на самом шаре. На второе возражение приводим ряд измерений трех взаимно перпендикулярных диаметров шара, специально для этой цели вышлифованного из кварца. Измерения производились на толщемере $A b b e$, в существенном состоящем из вертикального стержня, могущего подниматься и опускаться. В нулевом положении стержень опирается своим нижним концом с силой своего веса на агатовую пластинку, при измерении же толщины — на поверхность исследуемого объекта. Разница отсчетов в микроскоп в двух положениях стержня дает измеряемую толщину. При измерении каждого из диаметров было принято производить последовательно девять отсчетов при трех касаниях стержня к агатовой пластинке в нулевом положении стержня девять отсчетов при трех касаниях стержня к шару и девять отсчетов опять при нулевом положении стержня. Затем мы вычисляли среднее из девяти отсчетов при поднятом стержне и среднее из восемнадцати отсчетов при опущенном стержне. Разность между первым и вторым средним мы считали равной диаметру шара. На приводимой таблице даны результаты измерений. Из таблицы видим, что шар вышлифован с точностью не меньшей, чем до одного микрона. Принимая во внимание сильное изменение положения нуля прибора, можно думать, что шар вышлифован даже с большей точностью.

ТАБЛИЦА ИЗМЕРЕНИЙ ТРЕХ ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ
ДИАМЕТРОВ КВАРЦЕВОГО ШАРА.

а Отсчет при опущенном стержне (в мм)	А Среднее	b Отсчет при касании стержня к ша- ру (в мм)	B Среднее	B — A Диаметр шара в мм
2,8742				
42				
42				
36				
38				
44				
40				
40				
43				
		66,3063		
		67		
		72		
		69		
	2,8742	63	66,3063	63,4321
		69		
		57		
		54		
		56		
2,8746				
38				
49				
43				
34				
36				
36				
51				
51				
		66,3081		
		111		
		83		
		93		
	2,8753	89	66,3087	63,4334
		82		
		72		
		89		
		83		

а Отсчет при опущенном стержни (в мм)	А Среднее	b Отсчет при касании стержня к ша- ру (в мм)	В Среднее	В — А Диаметр шара в мм		
2,8766 67 64	2,8753	66,3075 82 75	66,3085	63,4332		
70 59 62		109 115 94				
66 57 58		70 75 68				
0,28754 44 47						
41 41 49						
52 49 52						

Шлифовка линз.

Метод шлифовки выпуклых линз (а мы имеем в виду только выпуклые линзы) сводится к методу шлифовки шаров. Сначала вышлифовывается шар из какого-либо не твердого и не набухающего от воды материала, например, из горшечного талькового камня. На поверхность шара наклеиваются сургучом круглые плоско-параллельные пластинки стекла или другого материала,

из которого желательнее приготовить выпуклую линзу. Для того, чтобы точка касания шара пришлась приблизительно в центре пластинок, под каждую из них подкладывается при наклейке проволочное кольцо надлежащего диаметра и высоты. Промежутки между кружками замазываются сургучом и закладываются обрезками стекла; иначе отдельные кружки, особенно в начале работы, могут вывалиться. Приготовленный таким образом шар шлифуется и полируется как было объяснено выше. В случае необходимости изготовить плосковыпуклые линзы из зеркального стекла, ограничиваются одной шлифовкой и полировкой; если же нужно приготовить двояковыпуклые линзы, то после первой

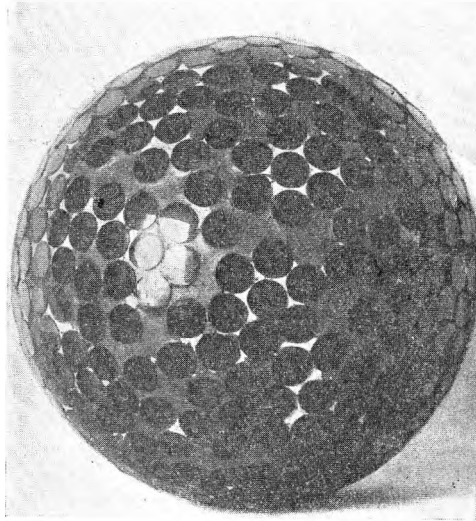


Рис. 1.

шлифовки и полировки линзы необходимо переклеить обратной стороной на тот же или другой шар и шлифовать вновь. В нашем случае (рис. 1) был взят шар из талькового камня, диаметром 11,5 см, и оклеен 450 кружками из зеркального стекла, толщиной 0,5 см. Таким образом, за один прием было вышлифовано 450 плосковыпуклых линз, диаметром около 9 мм и равными до одного микрона фокусными расстояниями. Эти линзы мы и употребили для нашего фотографического аппарата.

Из всего изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Метод шлифовки сферических поверхностей с помощью вращающейся трубки исключает необходимость иметь дорого стоящий набор чашек.

2. С помощью одной трубки можно вышлифовать шары в известных пределах самого разнообразного диаметра, что особенно важно при выполнении задания: из ряда кусков кристаллов изготовить точные шары неопределенного диаметра.

3. Точность изготовления шара равна одному микрону.

4. Метод применим также в случае одновременного изготовления большого числа выпуклых линз одного и того же фокусного расстояния, если последнее не превышает 15 см. В противном случае шар был бы слишком велик.

Минералогический Музей

Академии Наук СССР.

20 XII 1926.

Список научных работ,

связанных с деятельностью Минералогического Музея
и его Научного Кружка за 1926 год.¹

- Д. С. Белянкин. О корундовом габброиде из Кыштыма. ИАН, 1926, стр. 601.
- Э. М. Бонштедт. О новых минералах группы мозандрита из Хибинских Тундр. ИАН, 1926, стр. 1181.
- В. И. Вернадский. Биосфера. Хим.-Техн. Изд-во НТО, Лнгр., 1926.
- О размножении организмов и его значении в механизме биосферы. Статья первая. ИАН, 1926, стр. 697.
- О размножении организмов и его значении в механизме биосферы. Статья вторая. *Ibidem*, стр. 1053.
- 1. Определение геохимической энергии (величин Δ , V , e) однолетних цветковых растений. Наставление для определения геохимических постоянных. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- 2. Определение геохимической энергии (величин Δ , V , e) некоторых групп насекомых. *Ibidem*. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- Изотопы и живое вещество. ДАН—А, 1926, стр. 215.
- Очередная задача в изучении естественных производительных сил. Журн. Научный работник, Москва, 1926, № 3—4, стр. 3.
- V. Vernadskij (W. Vernadsky). Etudes biogéochimiques. I. Sur la vitesse de la transmission de la vie dans la biosphère. ИАН, 1926, стр. 727.
- Sur l'analyse des sols au point de vue géochimique. IV^e Confer. Intern. de Pédologie, II^e Commis. Rome, 1926.
- Н. И. Влодавец. Материалы к химическому изучению минеральных образований серных бугров пустыни Кара-Кумы. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 101 = Матер. ОКИСАР, вып. 1, Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 43.

¹ В настоящий список включены отмеченные за 1926 г. работы: 1) сотрудников ММ и лиц своей работой близко связанных с ММ; 2) доложенные в Научном Кружке; 3) являющиеся результатом обработки коллекций ММ; 4) опубликованные в I томе Трудов ММ.

- N. Wlodawetz** и **A. Fersmann** см. **A. Fersmann**.
- П. А. Волков.** Анализ Кара-Кумской серной руды. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 111 — Матер. ОКИСАР, вып. 1, Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 153.
- П. А. Волков** и **К. А. Ненадкевич** см. **К. А. Ненадкевич**.
- А. С. Гинзберг** и **Х. С. Никогосян.** Опыты сплавления диабазов с углекислым кальцием. ИАН, 1926, стр. 679.
- Л. И. Игнатова** и **И. Д. Курбатов** см. **И. Д. Курбатов**.
- Н. А. Игнатьев.** Исследование брусита и гидромагнетита из Саткинской дачи на Урале. ДАН—А, 1926, стр. 152.
- В. А. Каргин** и **И. Д. Курбатов** см. **И. Д. Курбатов**.
- А. П. Карпинский.** О вероятном происхождении коренных месторождений платины уральского типа. Ч. I. ИАН, 1926, стр. 133.
— О вероятном происхождении коренных месторождений платины уральского типа. Ч. II. Ibidem, стр. 159.
- Е. Е. Костылева.** Андалузит (силлиманит, кианит). Нерудные ископаемые, т. I. Абразионные материалы — калий, стр. 47. Изд. КЕПС, 1926.
— Главконит. Ibidem, стр. 257.
— Месторождения пальгорскита у г. Горбатова. Журн. Минеральное сырье, 1926, № 5, стр. 364.
- Е. Е. Костылева** и **Н. М. Прокопенко.** Пегматитовые жилы Приурганского района Северной Монголии. Северная Монголия. I. Предварительные отчеты геологической, геохимической и почвенно-географической экспедиции о работах, произведенных в 1925 году, стр. 51. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- В. И. Крыжановский.** Отчет о разведке месторождения рутила в Верхне-Уфалейской даче летом 1917 г. Матер. КЕПС, № 56, вып. 1. Титан и его соединения, 1926, стр. 73.
— Краткий предварительный отчет о минералогическом обследовании окр. Степановского завода в Киргизской степи летом 1925 г. Изв. Геол. Ком., 1922 (1926), т. XII, № 2 — 5, стр. 173.
- Л. И. Крыжановский** и **А. Н. Лабунцов.** Отчет о командировке на Алтай в 1921 г. ДАН — А, 1926, стр. 69.
- Л. А. Кулик.**¹ Метеориты 30 июня 1908 г. и пересечение землей орбиты кометы Понс-Виннеке. ДАН — А, 1926, стр. 185.
— Инструкции для наблюдения отдельных метеоров, болидов и метеоритов. Русск. Астрономич. Календарь на 1926 г., вып. XXIX, стр. 194. Изд. Нижегород. Кр. Люб. Физ. и Астрон.
— К вопросу о связи метеоритов с кометами. Журн. Мирозведения, 1926, т. XV, № 2, стр. 133.
- Б. М. Куплетский.** К петрографии Хибинских Тундр. 4. Породы Восточного Умштека. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 83.

¹ В списке печатных работ, помещенном в Тр. ММ, т. I, по недосмотру был пропущен ряд статей Л. А. Кулика в журн. Мирозведение, Природа и др.

- Б. М. Куплетский.** К геологии Восточной Монголии. Северная Монголия. I. Предварительные отчеты геологической, геохимической и почвенно-географической экспедиций о работах, произведенных в 1925 году, стр. 31. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- Коренное нефритовое месторождение на р. Хара-Желге в восточном Саяне. ДАН — А, 1926, стр. 115.
- И. Д. Курбатов.** Исследование цементированных пород Кинешемского фосфоритового района. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 68.
- О никкелевых силикатных рудах Нижнеисетской дачи на Урале. Ibidem, стр. 167.
- Соотношения кальция и ванадия в минералах Тюя-Муюна и Кара-Чагыра. ДАН — А, 1926, стр. 171.
- И. Д. Курбатов и Л. И. Игнатова.** О новом минерале узбеките на Кара-Чагыре. ДАН — А, 1926, стр. 175.
- И. Д. Курбатов и В. А. Каргин.** К вопросу о нахождении щелочей в уранованадатах Тюя-Муюна. ДАН — А, 1926, стр. 235.
- А. Н. Лабунцов.** Ильменит из Хибинских Тундр. Тр. ММ, т. I, стр. 35.
- Результаты командировки в Хибинские Тундры 1925 г. ДАН — А, 1926, стр. 15.
- О титановом эльпидите из Хибинских Тундр и его парагенезисе. Ibidem, стр. 39.
- А. Н. Лабунцов и Л. И. Крыжановский** см. Л. И. Крыжановский.
- Г. Г. Леммлейн.** Краткий отчет о поездке в Хакассский (б. Минусинский) уезд Енисейской губ. летом 1926 г. ДАН — А, 1926, стр. 80.
- G. Lämmlein.** Quarzzwilling nach dem Gesetze \mathcal{N} von Tiflis. Zeitschr. f. Kryst., Bd. LXIII, N. 3/4, p. 291.
- К. А. Ненадкевич.** О химическом составе уранинитов Карелии и отношении в них свинца к урану. ИАН, 1926, стр. 767.
- О природе свинца из ванадинита Тюя-Муюна. ДАН — А, 1926, стр. 56.
- Заметка о нахождении теллуристых соединений серебра, золота и висмута в Забайкальи. Ibidem, стр. 139.
- К. А. Ненадкевич и П. А. Волков.** О новом минерале — тангите из Тюя-Муюна. ДАН — А, 1926, стр. 43.
- Х. С. Никогосян и А. С. Гинзберг** см. А. С. Гинзберг.
- Б. М. Порватов и А. Е. Ферсман** см. А. Е. Ферсман.
- Н. М. Прокопенко и Е. Е. Костылева** см. Е. Е. Костылева.
- А. А. Сауков.** Исследование марганцевого минерала с Кара-Чагыра из Ферганской области. ДАН — А, 1926, стр. 77.
- Л. Л. Солодовникова.** Эпидоты из контактовых месторождений восточных отрогов Кузнецкого Алатау в пределах Минусинского уезда Енисейской губ. Тр. ГММ, 1926, т. V, вып. 8.
- А. Ф. Соседко.** Месторождение магнитного железняка в бассейне р. Гавы в Северной Фергане. ДАН — А, 1926, стр. 136.
- А. Е. Ферсман.** О возрасте урановых минералов в пегматитовых жилах. ИАН, 1926, стр. 775.

- А. Е. Ферсман.** Геохимические проблемы серных бугров в пустыне Каракумы. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 113 = Матер. ОКИСАР, вып. 1. Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 55.
- Глины бентонитовые (отчасти сукновальные, кил и проч.). Нерудные ископаемые, т. I. Абразионные материалы — калий, стр. 295. Изд. КЕПС, 1926.
- Драгоценные и цветные камни. Ibidem, стр. 359.
- Процессы замещения в гранитных пегматитовых жилах ДАН — А, стр. 83.
- Кварц из радиевого рудника Тюя-Муяна. Ibidem, стр. 87.
- О горизонтальной ступенчатости некоторых гранитных пегматитов. Ibidem, стр. 199.
- Монголо-Охотский металлический пояс. Журн. Поверхность и Недра, 1926, № 3, стр. 8.
- К минералогии пещер. Журн. Природа, 1926, № 1 — 2, стр. 97.
- Современные пустыни. Ibidem, № 5 — 6, стр. 15.
- A. Fersmann.** The Diamond „Shah“. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- The historical diamond „Orlov“. ИАН, 1926, стр. 121.
- Historical stones of the Russian Diamond Treasure. Jewelers Circular, 1926, № 7, p. 60.
- Minerals of the Kola-Peninsula. Americ. Mineralog., 1926, vol. XI, № 11, p. 289.
- A. Fersmann.** Über das färbende Pigment der Smaragde. ДАН — А, 1926, стр. 24.
- Aufgaben der Mineralogischen Museen. Der Geologe, 1926, p. 905.
- Die Mineralien der Chibina Tundren. Neues Jahrb. f. Miner., 1926.
- А. Ферсман и Б. Порватов.** Абразионные материалы. Нерудные ископаемые, т. I. Абразионные материалы — калий, стр. 1. Изд. КЕПС, 1926. = Матер. КЕПС, № 57. Абразионные материалы, 1926, стр. 1.
- А. Е. Ферсман и Д. И. Щербаков.** Колодцы в песках Каракумов. Изв. Гидролог. Инст., 1926, № 17, стр. 87.
- A. Fersmann u. N. Wlodawetz.** Über die Erscheinungen der Silificierung in der Mittelasiatischen Wüste Kara-Kum. ДАН — А, 1926, стр. 145.
- Über freie Schwefelsäure als Mineralspecies. Ibidem, стр. 149.
- Под ред. **А. Е. Ферсмана.** Сборник „Серный колчедан“ с общей вводной статьей А. Е. Ферсмана. Изд. ЦУП ВСНХ.
- В. Г. Хлопин.** К вопросу о миграции радиоэлементов в земной коре. ДАН — А, 1926, стр. 178.
- Е. Ф. Чирва.** Крокоит из Березовского рудника близ Екатеринбурга на Урале. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 43.
- А. В. Шубников.** О сочетаниях правильных систем фигур на плоскости. ИАН, 1926, стр. 1171.

- А. В. Шубников.** Определение направления оптической оси в гальке кварца. ДАН — А, 1926, стр. 12.
- Юрий Викторович Вульф. Журн. Природа, 1926, № 1 — 2, стр. 6.
- О явлениях, наблюдаемых при сверлении пластинок из хрупкого материала. Ibidem, 1926, № 5 — 6, стр. 95.
- А. В. и О. М. Шубниковы.** Статистический метод в применении к изучению внешней формы кристаллов. ИАН, 1926, стр. 363.
- А. и О. Шубниковы.** Статистическое исследование вициналей октаэдра квасцов. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 1.
- Д. И. Щербаков.** Сера на мировом рынке. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 5.
- Отчет о поездке на серные месторождения в Кара-Кумах. Ibidem, стр. 63 = Матер. ОКИСАР, вып. 1, Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 5.
- Новые данные о месторождениях киновари и антимонита в Южной Фергане. ДАН — А, 1926, стр. 153.
- Месторождение полиметаллических руд на реке Чал-Куйрюк в Алайском хребте (Фергана). Ibidem, стр. 157.
- К минералогии окрестностей селения Лякан в Южной Фергане. Ibidem, стр. 191.
- Экспедиция на серные бугры в пустыню Кара-Кумы осенью 1925 г. Журн. Природа, 1926, № 7 — 8, стр. 73.
- Д. И. Щербаков и А. Е. Ферсман** см. **А. Е. Ферсман**.
- Н. П. Яхонтов.** Ратовкит. Матер. О-ва изуч. Тверского края, 1926, № 4, стр. 3.
- Ратовкит. Журн. Минеральное сырье и его переработка, 1926, № 4, стр. 291.