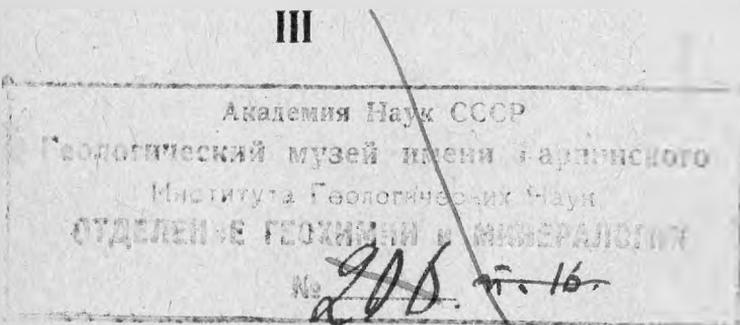


АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

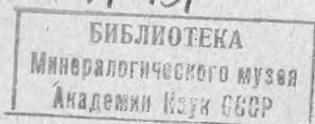
ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

III



№ 16. 11. 1929

11-151



ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
1929

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

ACADÉMIE DES SCIENCES
DE L'UNION DES RÉPUBLIQUES SOVIÉTIQUES SOCIALISTES

TRAVAUX DU MUSÉE MINÉRALOGIQUE

III

PUBLIÉ PAR
L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS
LENINGRAD. 1929

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

III

ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
1 9 2 9

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
Январь 1929 г.

Непременный Секретарь, академик С. Ольденбург

Редактор издания, академик А. Ферсман

Начато набором в апреле 1928 г. — Окончено печатанием в январе 1929 г.

2 тит. л. + 2 нел. + 227 стр. (15 рис.) + 1 отд. табл.
Ленинградский Областлант № 12414. — 148 л^с печ. лист. — Тираж 1.000 экз. — Заказ № 1130.
Государственная типография им. Евг. Соколовой. Ленинград, Пр. Красных Командиров, 29.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	стр.
Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. К вопросу о генезисе изверженных пород	1
* Д. С. Белянкин. О термине «горная порода», петрографической классификации и номенклатуре	12
А. Н. Заварицкий. Об оолитовой структуре	25
Н. И. Безбородько. Значение ассимиляции для образования некоторых типов петрографических провинций	36
Резюме на французском языке	49
А. В. Николаев. Источники Баргузина и их минеральные образования (с 4 рис.)	50
Горячие источники	52
Болота Баргузина, связанные с горячими источниками	75
Горько-соленые озера и месторождения гуджира	107
Г. П. Черник. К минералогии месторождений по р. Слюдянке (с 3 рис. и 1 табл.)	133
В. Я. Гринев. Некоторые данные о латеритных глинах из плиоценовых отложений Крыма	159
Е. Е. Костылева. Изоморфный эвдиалито-эвколитовый ряд из Хибинских и Ловозерских Тундр (с 8 рис.)	169
Оптические свойства	170
Физические свойства	178
Химические свойства	179
Изменение	187
Кристаллографические свойства	187
Месторождение и парагенезис	207
Иностранные месторождения эвдиалитов и эвколитов	216
Список сообщений, доложенных в 1927 году на собраниях Научного Кружка при Минералогическом Музее	223
Список научных работ, связанных с деятельностью Минералогического Музея и его Научного Кружка, опубликованных в 1927 году	225

Заглавие, отмеченное звездочкой, является переводом заглавия оригинала.

SOMMAIRE.

	Page.
* F. Loewinson-Lessing. Sur la genèse des roches éruptives	1
D. Beliankin. On the term «Roek» and on Petrographical Classification and Nomenclature	12
* A. Zavarickij. Sur la structure oolitique	25
* N. Bezborodjko. L'importance de l'assimilation dans la for- mation de certains types de provinces pétrographiques	36
Résumé	49
* A. Nikolajev. Sur les sources minérales de Barguzin en Sibérie et leurs dépôts (avec 4 fig.)	50
Sources thermales	52
Les marais de Barguzin et leurs rapports aux sources thermales	75
Lacs salés-amers et gisements de «goudjir»	107
* G. Cernik. Sur les gîtes minéraux des bords de la rivière Sljudjanka (avec 3 fig. et 1 table)	133
* V. Grinev. Quelques données sur les argiles latéritiques des dépôts pliocènes de la Crimée	159
E. Kostyleva. La série isomorphe eudialyte-eucolite des toundras de Chibin et de Lovozero (avec 8 fig.)	169
Propriétés optiques	170
Propriétés physiques	178
Propriétés chimiques	179
Modifications	187
Propriétés cristallographiques	187
Gîtes et paragenèse	207
Gisements d'eudialytes et d'eucolites des pays étrangers	216
* Liste des communications faites en 1927 dans les séances du Cercle Scientifique près le Musée Minéralogi- que	223
* Liste des ouvrages publiés en 1927 par les collaborateurs du Musée Minéralogique et les membres de son Cercle Scientifique	225

Le titre marqué d'un astérisque est une traduction du titre original.

К вопросу о генезисе изверженных пород.

Ф. Ю. Левинсона-Лессинга.

(Доложено в заседании Общего Собрания Академии Наук
7 июня 1927 года.)

Знакомство натуралиста с теми или иными объектами или явлениями начинается с их описания. Второй стадией является сопоставление разных аналогичных объектов или явлений, стремление их известным образом сгруппировать, т.-е. вопросы классификации и тесно с этим связанные приемы номенклатуры. Последним этапом в познании объекта или явления представляется его объяснение, подведение его под то или иное обобщающее построение и, по возможности, экспериментальная проверка данного нами истолкования. В применении к изверженным породам мы имеем, конечно, те же три стадии их познания. Предметом настоящего доклада являются вторая и третья стадии естественно-исторического познания изверженных пород. Основы классификации и принципы номенклатуры изверженных пород, причины их разнообразия, механизм кристаллизации магмы и проблема генезиса изверженных пород — вот те вопросы, которые желательно осветить в нашей беседе.

Для всестороннего освещения изверженных пород и их генезиса и для правильного подхода к их рациональной искусственной, а, быть может, в будущем и естественной, классификации возможен и необходим тройкий подход к магматическим породам: со стороны геологических условий их нахождения, со стороны их структуры и, наконец, со стороны их состава. В самых кратких чертах я коснусь области петрогенетических проблем, остановив внимание на некоторых из тех вопросов петрогенезиса магматических пород, которые группируются около понятия „дифференциация“. Я, конечно, не намерен и не могу охватить всю совокупность явлений, которые вмещаются в понятие „дифференциация“. Моей целью являются

лишь некоторые наиболее крупные и интересные проблемы дифференциации и притом, главным образом, те из них, которые находят себе отражение в геологических условиях нахождения изверженных пород.

Стремление осмыслить географическое и геологическое распространение изверженных пород, объяснить различие пород разных областей и родственные признаки различных пород одной и той же области и, наконец, осветить вулканические и плутонические циклы привело к установлению целого ряда понятий, как-то: петрографические провинции, комагматические области, изотектические ряды, кровное родство, серии и свиты, петрографические формации, род („Stamm“ Гольдшмидта). Позвольте мне остановиться на той части проблемы генезиса изверженных пород, которая, как мне кажется, показывает целесообразность и полезность подхода к ним с точки зрения петрографической формации.

Одна из основных петрогенетических проблем — это вопрос о монофилетическом или бифилетическом (быть может даже полифилетическом) происхождении изверженных пород. Много об этом сказано с точки зрения теоретических соображений и сопоставлений. Быть может сказано даже почти все, что может быть почерпнуто из области спекуляции и обобщений, а между тем и до сих пор противостоят друг другу и гипотеза единой базальтовой магмы, и гипотеза двух независимых магм, — кислой и основной, и другие представления. Очевидно, решение этого вопроса надо ожидать не с этой стороны. Другой возможный подход к решению этой проблемы — это эксперимент. Всем хорошо известно, какие крупные результаты достигнуты и на этом поприще. Однако, если мы хотим избежать упрека, что стали на ложный путь слишком широкой экстраполяции результатов лабораторных опытов с упрощенными и сухими расплавами на то комплексное образование, каким является глубинная магма, если мы воздержимся от односторонних обобщений и если мы хотим избежать упрека, что подгоняем факты под слишком широкие обобщения, мы должны признать, что и эксперимент и, в частности, важные опыты Боуэна, не решили еще проблемы генезиса изверженных пород. А при беспристрастном отношении к эксперименту, значение которого я менее кого бы то ни было склонен умалять, мы приходим к признанию, что и этим путем наша проблема разрешена быть не могла.

Таково не только мое мнение. В прошлом году при обсуждении в Англии вопросов генезиса изверженных пород Эванс¹ определенно высказался в том смысле, что результаты лабораторных экспериментальных работ не могут быть перенесены на изверженные породы, так как мы работаем с сухими расплавами, а в магме, в особенности в магме глубинной, летучие составные части играют немаловажную роль. Но особенно замечательно в этом отношении выступление Феннера, одного из видных сотрудников Вашингтонской Геофизической Лаборатории. В только что появившейся работе² он не только в общей форме высказывает те же мысли, но детально анализирует дифференциационные кривые для анализированных им лав Катмая на Аляске, кристаллизационную теорию дифференциации Боуэна, систему альбит-анортит-диоксид, временный оливин и т. д. Из его заключений я отметил бы следующее. В системе альбит-анортит-диоксид конечным продуктом кристаллизационной дифференциации должна быть не порода гранитового типа, а порода, состоящая, примерно, из 56% альбита, 14% анортита и 30% диоксида; эти цифры, в общем, близки к моему подсчету, данному в статье об апортозитах,³ а именно: 50% альбита, 26% анортита и 24% диоксида. Феннер совершенно правильно отмечает, что в этих породах полевой шпат обыкновенно кристаллизуется раньше пироксена, а это, конечно, коренным образом изменяет схему Боуэна. Он отмечает так же, как и я, отсутствие промежуточных пород в тех массивах, для которых, согласно Боуэну, надо допустить образование габбровых пород и гранита путем дифференциации базальтовой магмы. Он отрицает возможность образования гранита из базальтовой магмы путем кристаллизационной дифференциации. Феннер переносит центр тяжести дифференциации на летучие составные части, на газовый перенос (*gaseous transfer*). Правда, он осторожен и воздерживается от одностороннего обобщения, допуская, что в процессах дифференциации кроме того участвует и кристаллизационная дифференциация

¹ J. W. Evans. Physical chemistry of igneous rock formation. Transactions of the Faraday Society, 1925, vol. XX, Apr.

² C. N. Fenner. The Katmai magmatic province. Journ. of Geol., 1926, vol. XXXIV, № 7, part 2, pp. 673—772.

³ F. J. Loewinson-Lessing. The problem of the anorthosites and other monomineral igneous rocks. Journ. of Geol., 1923, vol. XXXI, № 2, p. 89.

и ассимиляция, и смешение магм и заканчивает свою работу приблизительно теми же словами, какими я закончил свою статью об анортозитах.¹

Знаменательно, что Феннер, один из видных работников Геофизической Лаборатории, тоже считает нужным подчеркнуть неправильность слишком поспешного обобщения результатов лабораторных опытов с упрощенными системами и переноса их на явления, совершающиеся в магме.

Не менее поучительна в этом отношении и статья Тиллея,² появившаяся еще в 1923 г., в которой он рассматривает систему магnezия-глинозем-кремнезем и показывает, что установленные этой образцово изученной системой комбинации не могут быть непосредственно перенесены на явления природы. Здесь имеются, с одной стороны, такие системы (как, напр., кордиерит-шпинель-форстерит или кордиерит-бисиликат магния-форстерит), которые неизвестны в природе ни в изверженных, ни в метаморфических породах. С другой стороны, в природе существуют такие комбинации, правда в метаморфических породах, как корунд-кордиерит — Al_2SiO_5 и корунд-кордиерит-шпинель, которая в лаборатории получена не была. Тиллей также видит причину этих расхождений в простоте искусственных лабораторных систем, но, в отличие от Феннера, останавливается не на летучих составных частях магмы, а на тех примесях, которые и в сухом расплаве должны были бы значительно видоизменить ход процессов кристаллизации; он указывает, в особенности, на закись железа.

Важное значение летучих составных частей магмы в процессах кристаллизации и дифференциации магмы, особенно глубокой, уже достаточно вошло в сознание петрографов, чтобы уже не останавливаться более на этом вопросе в общей форме, а ждать конкретных хорошо прослеженных иллюстраций из полевой и экспериментальной петрографии. Но нельзя не отметить.

¹ „It is much better to recognize this situation and be on the lookout for new evidence than to accept any one explanation as of universal applicability“, говорит Феннер на стр. 771 (op. cit.). А я свою статью об анортозитах (op. cit.) закончил словами: „It were better for this problem to remain an unsolved riddle to stimulate further investigation than to become, if unilaterally solved, a possible source of dogmatism“.

² E. Tilley. The paragenesis of the minerals of the system $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ in thermal metamorphism. Geol. Mag., 1923, p. 101.

что в этом отношении мы возвращаемся к представлениям французской петрографической школы, которые были отодвинуты на задний план школой Розенбуша. Крупный шаг в этом направлении, представляющий новый этап в развитии наших взглядов на роль летучих составных частей магмы, сделал Нигли,¹ а теперь на этом поприще выступает Фенпер. Я не раз касался этого вопроса и не намерен здесь снова к нему возвращаться, но мне хотелось бы высказать мысль, что в процессах дифференциации совершается не только дистилляция тех летучих составных частей магмы, которые мы противопоставляем ее якобы нелетучей силикатной части, а что не исключена возможность переноса в газообразном состоянии и всей магмы, как таковой (когда состав газообразной и жидкой фаз одинаков), или по крайней мере значительной ее части, т.-е. как бы кипенье магмы в целом. Таким образом, нельзя не признать, что как ни важны лабораторные экспериментальные работы, но они сами по себе бессильны разрешить проблему дифференциации.

Остается третий источник — это петрогеологические наблюдения в поле. Изучение стратиграфических и возрастных взаимоотношений тех комплексов изверженных пород, которые группируются вокруг того или иного интрузивного массива, достаточно обнаженного и достаточно расчлененного, чтобы можно было уловить все его составные части и их взаимоотношения, — вот главный источник для решения нашей проблемы. Правда, мы знаем, что и в поле мнения могут расходиться, что один и тот же массив может разными авторами толковаться различно. Но мы также знаем, что при повторных, все более и более детальных исследованиях, строение и история возникновения таких крупных массивов постепенно все более и более выясняются. И мы теперь достаточно хорошо знаем, что для освещения той (или тех) родоначальной магмы, которая дала начало тому или иному расчлененному и дифференцированному интрузивному образованию, необходимо включить в круг рассмотрения не только самый массив с его контактным полем, но также непосредственно или косвенно с ним связанные пегматитовые и иные жильные образования, инъекции, импрегнации и эффузивную фацию,

¹ P. Niggli. Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. 1920, Fürstlich-Jablonskische Stiftungs Ausg.

где таковая имеется. Другими словами, перед нами встает задача всестороннего изучения тех комплексов, которые я в свое время назвал петрографическими формациями.

Стратиграфия, тектоника, металлогенезис — вот главные наши орудия в этой геолого-петрографической работе. Мы хорошо знаем, что на этом поприще тоже достигнуты значительные успехи; но вместе с тем перед нами ясно встает картина возможных разногласий и здесь, как это показывает история изучения некоторых крупных интрузивных образований. В частности, с точки зрения *проблемы монофиличности или бифиличности* на переднем плане всех работ по изучению петрографических формаций стоит вопрос о взаимоотношениях гранитовых и габбровых членов таких формаций. Вопрос заключается здесь в следующем: если в одном и том же интрузивном теле или в пределах некоторой глубинной формации имеются граниты или другие гранитоиды и представители габбровой формации, являются ли они все продуктами дифференциации одной родоначальной магмы, или же гранитоиды и габброиды имеют различный возраст, т.-е., иначе сказать, имеют самостоятельное происхождение? Хотя в некоторых случаях мнения расходятся, но мы имеем уже достаточно примеров, определенно указывающих на вторую альтернативу. Остановимся хотя бы на некоторых из них, в дополнение к тому, что мною было уже раньше отмечено в печати.

Перссон¹ отмечает, что признаки гравитационной дифференциации редко наблюдаются в природе: даже в массивах мощностью в несколько тысяч фут, как например, Хайвуд-Моунтэне, этого нет. Это отмечает также и Феннер в своей последней работе. Неоднократно отмечалось, что с габбро сочетаются не граниты, а особые красные гранофиры (red rock). Таковы гранофиры в пластах Онежских габбродиабазов и многие другие. Новый пример этого же представляет нам лакколит Гирнара в Индии; этот пример особенно интересен тем, что описывающие его авторы принимают для данного лакколита именно гипотезу кристаллизационной дифференциации. С этим представлением, однако, плохо вяжется как указание самих авторов, что в габбро и других породах этого массива не наблюдается никакого распределения минералов по удельному весу, так и то обстоятельство,

¹ L. V. Pirsson. Highwood mountains, Montana. Bull. of the U. S. Geol. Survey, 1905, № 237.

что вместо гранита мы имеем гранофир в виде жил. По мнению авторов, эти жилы происходят якобы из гранитового слоя, подстилающего габбро (но не обнаруженного), что уже совершенно противоречит распределению пород, которое должно получиться в результате кристаллизационной и гравитационной дифференциации.

Мы знаем несколько грандиозных, по своим размерам, гранитных массивов. И если еще принять во внимание, что их основание нам неизвестно, получают настолько значительные массы, что рассматривать их как верхнюю часть габбровых массивов, в которых путем кристаллизационной и гравитационной дифференциации получился гранит, вряд ли возможно,—особенно, если учесть, что при такой дифференциации, если она действительно существует, главным продуктом, количественно значительно преобладающим над гранитом, все-таки является габбро. На это мною также было указано в статье об анокситах. В одной из последних книжек *Journal of Geology* есть статья Гроута¹ о разных расчетах, применяемых в петрографии, в которой он показывает, что лишь одна десятая часть базальтовой магмы путем кристаллизационной дифференциации может превратиться в гранит, а в другом месте он дает даже такие цифры для иллюстрации результатов кристаллизационной дифференциации базальтовой магмы: 80 ч. габбро, 10 ч. диорита, 5 ч. кварцевого монцонита, 5 ч. гранита (а я сказал бы даже не гранита, а гранофира).

А подстилаются ли на самом деле гранитные массивы еще более значительными интрузивными телами габброноритовых пород? На это никаких указаний нет, и, во всяком случае, это более чем сомнительно. Не останавливаясь подробно на этом вопросе, напомним только, что граниты центральной Германии и Чехии, которые в последнее время вошли в круг рассмотрения петротектонических исследований Клооса, залегают на гнейсах, а не на габбро. И все равно, будем ли мы вместе с Клоосом считать эти гнейсы за постель гранитов,—а сами граниты рассматривать как батолиты, или по новому толкованию Клооса, как интрузивные пласты, залегающие между докембрием и нижним палеозоем,—или за нижние части того же

¹ F. Grout. The use of calculations in petrology: a study for students. *Journ. of Geol.*, 1926, vol. XXXIV, № 6, p. 512.

гранитного массива, имеющего гранито-гнейсовое сложение, мы не находим признаков пород габброноритового семейства, подстилающих граниты. А там, где в одном и том же массиве есть на самом деле сочетание гранита с габбро, возраст их оказывается различным (Гарн, Урал, о. Скай, Бушвельд и др.).

В последней работе Дэли и Моленграфа¹ о Бушвельдском массиве определенно подчеркнуто, что красный гранит является более молодым образованием, чем господствующий норит и что он сечет его жилами и образует с ним плутонические контакты.

Феннер указывает, что и в Бушвельде, и в Пиджон-Пойнте и в других аналогичных случаях есть доказательства того, что была жидкая гранитная масса: образование интрузивных контактов, жилы. Это подтверждает, как мне кажется, самостоятельность габбровой и гранитной жидкости. Феннер² принимает гипотезу Дэли, т.е. мою, но подчеркивает значительную роль летучих составных частей и говорит, что дифференциация не следует за ассимиляцией, а все время ей сопутствует.

В Бушвельдском массиве, согласно Райту, на которого ссылается Феннер², наблюдается в кровле значительная гранитизация и образование синектического гранита. Неизвестно, можно ли всю массу гранита и гранофира приписать этому процессу, но он, во всяком случае, играл значительную роль.

Зандберг³ развивает особый взгляд на Бушвельдский массив. По его мнению, это гранитная интрузия, гранитизировавшая вышележащую осадочную толщу, серию Претории и Бару, кверху все слабее и слабее. Норит, находящийся среди этой гранитизированной серии, получился из доломитов. Вся покрывка Бушвельда слоиста и представляет хороший пример *mise en place* гранита путем гранитизации, т.е. своего рода ассимиляции.

Харкер констатирует, что на о. Скай гранит сечет габбро, что габбро было уже холодным, когда его прорвал гранит.

¹ R. A. Daly and A. F. Molenhraff. Structural relations of the Bushveld igneous complex, Transvaal. Journ. of Geol., 1924, vol. XXXII, № 1.

² C. N. Fenner. Op. cit., p. 736.

³ C. Sandberg. On the probable origin of the component members the Bushveld igneous complex. Geol. Mag., 1926, p. 710.

Характерно также его указание на то, что гранит иногда подстилает габбро, но не покрывает его. Взаимоотношения господствующего порита с гранофирами в средней части и переходными породами сиенитового типа в промежутке таковы, что Харкер высказывается за самостоятельную интрузию порита и гранита и за образование ублюдковых пород путем смещения этих магм.

Отмечая все эти факты, нельзя вместе с тем не подчеркнуть, что факты совместного нахождения гранитов и габбро требуют в дальнейшем особенно тщательного исследования, а именно с точки зрения их возрастных взаимоотношений и возможности или невозможности производить их от одной родоначальной магмы и, в частности, именно от базальтовой магмы, путем дифференциации на месте залегания данного интрузивного тела. Я подчеркиваю, что речь идет именно о дифференциации на месте залегания массива, так как вопрос о происхождении кислой и основной магмы при бифиалетическом взгляде на генезис изверженных пород лежит за пределами геологического познания.

Мы говорили до сих пор о таких случаях совместного нахождения гранитов и габбро, когда господствующим представляется это последнее и когда речь идет о производстве гранита от основной магмы. Известны, однако, и даже широко распространены случаи иного рода, а именно, гранитные массивы, прорезанные жилами основных пород. Я напому хотя бы хорошо известный Дарьяльский гранит с его многочисленными зеленокаменными жилами. Повидимому, есть основание думать, что такие жилы основных пород в некоторых случаях образовались одновременно с самим гранитом или, по крайней мере, непосредственно вслед за его образованием. Если это действительно так, то можно говорить об отщеплении основных жильных пород, именно жильных, от гранита; но это, конечно, явление совершенно иного порядка, чем образование гранитов из габбро согласно схеме Боуэна.

Интересно еще одно указание Феннера, почерпнутое им из работы Шеннона,¹ а именно указание на диабаз, заключающий значительное количество крупнозернистых пегматитовых

¹ E. Shannon. The mineralogy and petrology of intrusive triassic diabase at Goose Creek, Loudon County, Virginia. Proc. U. S. Nat. Museum, 1924, vol. LXVI, p. 1.

выделений, которые рассматриваются как более молодые, чем заключающий их диабаз, т. е. как последние продукты дифференциации диабазовой магмы, обогащенной летучими составными частями. И эта последняя фаза кристаллизации оказывается не обогащенной кремнекислотой, как следует по схеме Боуэна, а имеющей тот же состав, что и первоначальный диабаз. Если к этому добавить, что в литературе имеются указания на то, что стекловатая часть основной массы базальтов обогащена магнием и железом и является, следовательно, не более кислой, а более основной, чем первоначальная магма, то надо будет признать, что схема кристаллизации базальтовой магмы отнюдь не всегда соответствует той картине, которая была получена для халлобазальтового расплава в лаборатории.

Нередко приходится слышать, что нельзя непосредственно переносить в лабораторию природы результаты лабораторных опытов с упрощенными сухими расплавами. Чтобы не повторить той же ошибки при изучении горных пород в поле, мы не можем и не должны довольствоваться, при стремлении к установлению родоначальной магмы какого-нибудь плутонического комплекса, изучением только слагающих его непосредственно пород. Только если мы примем во внимание все связанные с данным массивом жильные и эффузивные образования, все его контактные действия, не только непосредственные но и телеконтактные, все инъекции, пегматитовые и иные жильные образования, в которых нашли себе место летучие составные части первоначальной магмы, мы подойдем более или менее близко к установлению состава и природы первоначальной магмы. И в этом случае нам станет ясным, что процессами, аналогичными кристаллизации простых сухих лабораторных расплавов, мы от базальтовой магмы не в состоянии произвести ни гранитовых пород, ни, тем более, формации нефелиновых сиенитов.

Вот те соображения, которые приводят меня к необходимости и к целесообразности возможно полного изучения тех комплексов, которые я называю петрографическими формациями. Само собою разумеется, что этим несколько не уменьшается значение и тех более крупных геолого-географических единиц, обнимающих подчас представителей нескольких петрографических формаций, которые называются петрографическими провинциями или комагматическими областями. Значение

петрографических провинций в смысле Фогельзанга, Джедда, Бреггера, быть может, М. Бертрана, настолько очевидно, что об этом не стоит и говорить. Но я всегда был и остаюсь решительным противником тех универсальных провинций, тихоокеанской и атлантической, с разными добавлениями и коррективами в виде бореальной, средиземноморской и т. п., которые имеют столь авторитетных сторонников, как Бекке, Ниггли и др. С каждым днем присоединяются все новые и новые факты, определенно говорящие против этих универсальных провинций. Недостаток времени не позволяет осветить и этот вопрос, но если бы мы имели возможность его коснуться, было бы весьма интересно выяснить отношение русских петрографов к этой широкой, но мало обоснованной концепции.

On the Term „Rock“ and on Petrographical Classification and Nomenclature.

D. Beliankin.

(Présenté par A. Fersman, membre de l'Académie des Sciences,
le 7 juin 1927.)

The Russian term „Gornaya Poroda“, as well as the corresponding foreign terms: Gestein, Felsart, Gebirgsart, roche, rock, etc. all denote more or less large masses of stone, which form crags, cliffs and whole mountains and which, of course, differ more or less greatly from other similar stone matter. In order to be able to discriminate correctly and minutely what kind of stone masses they are, we must turn to some concrete examples.

First let us take *granite*, as one of the most familiar and well-known rocks. As we know, the origin of this rock is igneous, intrusive. Its matter is composed, on the one hand, of quartz, felspar and mica, these being its principal constituents, and, on the other hand, of apatite, zircon, titanite, magnetite and others, forming its secondary, unessential and occasional ingredients. Besides its composition most characteristic of granite, is its crystalline granular structure, with a hypidiomorphic development of its constituent minerals. The mineralogical composition, as well as the structure of granite is more or less constant. The constancy of its structure is easy to understand. As to its mineralogical composition, this constancy means that, if we take a large enough part of this rock, we shall find it containing not only the above-mentioned important mineral ingredients of granite, but their proportions will also be more or less constant, viz. about 25—30% quartz, 60—70% felspar, 5—10% mica. The size of granite bodies greatly varies, from enormous masses forming great tracts of the earth's crust, to the finest dykes in other rocks.

Our above characteristic of granite is based on the following features:

- 1) origin, as a result of some natural process (igneousness, intrusion, regarding granite);
- 2) mineralogical composition;
- 3) structure;
- 4) dimensions of bodies formed of rocks;

Of all these features the second and the third, mineralogical composition and structure, must be put first.

With regard to the first feature—the origin of a rock—it is obvious that every natural body is the result of some natural process; this can be taken for granted for every kind of rock. The fourth feature: large dimensions of mineral bodies,—though this character may be understood in the very expression of „rock“,—is not, as we have just seen, binding in each separate case. Thus, there is no necessity to include this feature into a determination of rock, it will be enough to understand that rocks are capable of forming large natural bodies.

As the result of our reasoning, the general determination of the meaning „rock“, as obtained from the particular example chosen by us, is as follows: „rock“ is a mineral aggregate, or else a mineral body of a certain constant composition and structure. Accepting this definition, we just modify it somewhat, replacing the term „constancy“ by its equivalent and in this case more definite term: „homogeneity“.

Rock is a mineral body, homogeneous in matter and structure.

The limit of the homogeneity of rock is obviously its minimal section which shows all the characteristic traits of its composition and structure.

Having derived our general determination of „rock“ from our example with granite, we shall now proceed to consider other analogous examples for the explanation and proof of this determination.

Quartz-porphry.—In its general chemical composition, as well as its ingredient minerals, this kind of rock is very akin to granite, yet differs from it, in the first place, by its porphyritic structure, and, in the second place, by containing besides the above mentioned minerals, as also volcanic glass. In our general determination the expression „mineral body“, as applied to granite, does not differ from „mineral aggregate“. The

question now arises, whether it is possible to apply the term «mineral aggregate» to quartz-porphry, so long as volcanic glass forms its chief constituent — speaking otherwise, is volcanic glass a mineral?

This question, being of general importance, must be answered one way or another. It may be answered variously, what we understand by mineral in general. In the first place, a mineral may be defined as a natural chemical body, chemically and physically homogeneous. Obviously such a determination of the mineral may be also applied to solid solutions, whether they be crystalline bodies like the plagioclases, or amorphous mixtures, as in the case of volcanic glasses. The above given definition is more or less generally accepted, yet it is not without certain drawbacks, as according to it we are sometimes obliged to call one and the same chemical body now a mineral, and now a mineral mixture. Any one of the plagioclases, for instance, labradorite, may serve for an example. With the same composition of its albite and anorthite crystals, these may be either entirely homogeneous, — then it is a mineral; or else they may be zonal, not homogeneous, having a more basic core and acid edges, — then labradorite is a mineral mixture. Therefore it would perhaps be more expedient to accept the second somewhat restricted definition of a mineral, according to which a mineral means a definite chemical composition in a determined physico-aggregative state. This restricted meaning of „mineral“ makes it quite obvious that all solid solutions should be considered as mineral mixtures. Thus, also, volcanic glasses will not form an exception to the general rule; we shall only have to conceive the term „mineral body“, included in the definition of „rock“, as a body consisting of minerals and mineral mixtures. The definition in itself is quite satisfactory and good for quartz-porphry in the same measure as for granite.

Marble. — Like granite this rock possesses a complete crystalline granular structure, but contrary to the former it does not consist of several minerals, but only of a single one — calcite. To our definition of rock we must therefore add the explanation that, being a mineral body, it may as well consist of a single mineral. Still there remains a considerable difference between this one mineral and the rock it forms, which consists in the scope of their homogeneity: the elementary cell of the

pattern lattice in the former, and the whole mineral aggregate of the crystalline granular structure, though ever so small in its dimensions, — in the latter.

Now, there arises a most interesting question: what if we imagine such a change in the structure of marble, in which all its grains should take a parallel position to each other and unite into one general monocrystalline mass? Should we be right in continuing to call „rock“ such a monocrystalline marble, or not? Obviously there remains to us only that one criterion which though not contained in our determination of rock, yet, as has been shown earlier, arises from the very term „rock“, i. e. dimensions of a mineral body. If its dimensions are sufficiently large, then the homogeneous crystalline marble may be treated as „rock“, though the limit of its homogeneity coincides with the limit of the homogeneity of the mineral calcite.

The question which we have just put and answered may at first sight seem to be idle because of the singularity of our suggestion, — and yet we know of the existence of one monocrystalline mineral body of such large dimensions, that we can hardly call it by any other name than rock. This is ice, which closely covers all our water basins and expands into a single crystal of enormous dimensions, with its chief crystalline axis L_3 perpendicular to the surface of the basin.

Truly enough, ice, as a monocrystalline rock, forms quite an exceptional case, but we find a great analogy with it in the above mentioned volcanic glasses. We know a whole range of rocks, consisting solely of volcanic glass, and it is quite clear that in the limit of homogeneity all these rocks do not differ from minerals, or, at least, not from homogeneous mineral mixtures, such as isomorphic mixed crystals.

In our last two examples—ice and glass—we have taken the dimensions of a mineral body as being a characteristic distinction between mineral and rock. Of course, this is no more than a conventionality, because, on the other hand, we cannot withhold the name of „rock“ from such bodies, which never form large independent masses, but are to be found only as veins, fine dykes, etc., so long as they answer to all the other more important characters contained in our definition of rock.

It is to be easily understood, that an apt and proper definition of „rock“ will serve as the best basis for a rational classification and nomenclature of rocks. Not entering into the question of the classification of rocks in all its fullness, as regards their age, genesis, structure, etc., we shall consider here only their most important character, i. e. the composition of their matter. We already have seen that the composition of rock matter may be viewed according to quality and quantity. As regards quality estimate, the several minerals, which enter into the composition of a certain rock, are considered, whereas the quantitative determination concerns the proportions in which they stand to each other in any particular rock. It follows naturally from the above that the classification of rocks, regarding the composition of their matter, must be quantitatively mineralogical.

Accepting as incontestable the quantitative-mineralogical principle in the classification of rocks, as we nevertheless meet with great difficulties in the application of this principle. In the first place, as is well known to us and has been shown above, the greater part of rock forming minerals are not definite chemical compounds, but a mixture of the latter, changeable and varying in their compounds, so that to give an accurate description and classification of a rock, it is necessary not only to determine its constituent minerals, but also to find out the special chemical character of each of these minerals. If, to this end, we were every time to extract from the rock the required mineral and submit it to a chemical analysis, it would evidently be a most cumbersome and often quite impossible proceeding as in the case of finely granulated rocks. In the second place, with regard to these same finely crystalline and half glassy rocks it is very difficult and often also quite impossible to make a quantitative estimate of the minerals contained in the rock.

In view of the above stated conditions, we are obliged to use simpler means for the investigation and classification of rocks. A much used and simple means of finding the chemical composition of rock forming minerals, without subjecting them to chemical analysis, is based upon their optic constants. And, on the contrary, in order to judge of the compound matter of a rock as a whole body, we submit the entire rock to chemical analysis. The obtained results are then submitted to a new determination. There are

several different methods for such a determination, of which the two most important are the following. By using the first method, we put together all the facts obtained from the investigation of a certain rock, i. e. the optic properties of its minerals, its quantitative determination under the microscope, its chemical data, its analogy with other kind of rocks, etc., and we then conclude as to the real chemical-mineralogical composition of the rock matter in question. This method is a very rational one, but of course does not always give satisfactory results, being based on data derived from an ordinary, not very minute investigation of rock. Therefore, we very often content ourselves with the second mechanical method of estimating a rock, based exclusively on its chemical analysis in the whole, without taking into consideration its true mineralogical composition, being an estimate either of some ideal minerals i. e. of such definite chemical compounds which answer to the chemical data, or of the so-called magmatic formulae, which give us a still less correct idea of the true mineralogical composition of a rock.

Most existing classifications of rocks are based on data obtained from the second less perfect method of estimate. Once some years ago, I had occasion to make a critical report on these classifications at the First Geological Meeting (Leningrad, 1922). Not wishing to repeat now what has already been communicated by me at the above mentioned meeting, especially as regards what has appeared in print, I shall just limit myself here to the consideration of one small example in this connection.

The following table I contains the results of the chemical investigation of two species of Darial granite (Caucasus): № 185—a fresh specimen, and № 97—a metamorphic, sericitized specimen.

I once made the estimate of the first granite specimen in reference to its constituent minerals with the approximate results obtained, as follows:

	Quartz	27,5%
Felspar (microcline and oligoclase)	Or	13,5 „
	Ab	28,5 „
	An	15,5 „
	Biotite	15,0 „

The second specimen of granite has been left without estimate. In quality it differs from the first in a total absence of microcline; its oligoclase is strongly sericitized, and nearly all the biotite is changed into chlorite. All, or nearly all of the kali contained in this rock, must therefore be attributed to its replacement by sericite. No less than 20—30% of sericite should be contained in the specimen № 97.

Table 1.

Name of rock	Weight $\frac{0}{0}\frac{0}{0}$		Molecular quantity	
	185	97	185	97
SiO ₂	67,34	69,58	1,115	1,130
TiO ₂	0,51	0,22	0,007	0,003
Al ₂ O ₃	15,05	14,53	0,147	0,142
Fe ₂ O ₃	1,62	1,31	0,010	0,008
FeO	2,14	3,20	0,028	0,045
MnO	0,07	0,04	0,001	0,001
MgO	1,30	1,24	0,030	0,030
CaO	3,11	1,04	0,054	0,018
Na ₂ O	3,37	2,58	0,053	0,042
K ₂ O	3,60	3,39	0,038	0,036
H ₂ O—110°	0,27	0,35		
H ₂ O+110°	1,00	2,99		
Σ	99,35	100,47		

185		97	
SiO ₂	25,86 ...Q 25,86	35,32 ...Q 25,32	
K ₂ O.Al ₂ O ₃ .6SiO ₂	21,73	21,00	
Na ₂ O.Al ₂ O ₃ .6SiO ₂	28,57 ...F 65,74	23,09 ...F 49,34	Sal 89,58
CaO.Al ₂ O ₃ .2SiO ₂	15,44	5,25	
Al ₂ O ₃	0,21 ...C 0,21	4,92 ...C 4,92	
MgO.SiO ₂	3,09 ...P 4,72	3,15 ...P 8,00	
(Fe.Mn)O.SiO ₂	1,63	4,85	
FeO.Fe ₂ O ₃	2,38 ...M 3,47	1,94 ... 2,42	Fem 10,42
FeO.TiO ₂	1,09	0,48	

№ 185 : $\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{91,8}{8,2} > \frac{7}{1}$; $\frac{\text{Q}}{\text{F}} = \frac{25,8}{65,7} < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$; $\frac{\text{K}_2\text{O}' + \text{Na}_2\text{O}'}{\text{CaO}'} = \frac{91}{54} = \frac{5}{3}$

Persalane Britannare Toscanose-Colorodase

$$\frac{\text{K}_2\text{O}'}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{38}{53} < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}$$

Toskanose-Amiatose

№ 97: $\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{89,6}{10,4} > \frac{7}{1}$; $\frac{\text{Q}}{\text{F}} = \frac{35,32}{49,34} < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}$

Persalane Columbare

$$\frac{\text{K}_2\text{O}' + \text{Na}_2\text{O}'}{\text{CaO}'} = \frac{78}{18} < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}; \quad \frac{\text{K}_2\text{O}'}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{36}{42} < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}$$

Alsbachase

Temahose

Our table, in its second half, shows the estimate of both granites according to the American method.¹ The unsuitability of that method may be seen immediately. In the № 185 granite the 15% of true biotite, contained in it, is divided quite arbitrarily into the following mineral groups: 7% orthoclase, 4,5% rhombic pyroxene, 2,5% magnetite and 1% ilmenite. With the granite specimen № 97 matters are still worse. Such figures as 5% corundum, in quartz rock, or 20% orthoclase in a rock entirely destitute of potash felspar, show plainly, that the mechanical method of the Americans is not available for rocks, altered by metamorphism. The only possible way, it seems to us,

¹ Cross, Iddings, Pirrson, Washington. Journ. of Geol., 1902, vol. X.

of restoring the material composition of granite specimen № 97 to the condition in which it came from the magma, is to give to the pseudomorphs of sericite after oligoclase and of chlorite after biotite their original chemical composition and then make their quantitative estimate under the microscope together with quartz.

There exists a more attractive method, than the American, which is simpler and more modest in its pretensions, — by which an estimate of specially eruptive rocks may be obtained in magmatic formulae—the method of F. Loewinson-Lessing, suggested by him about a quarter of a century ago, and which has since found a wide application. It is, however, easy to conceive that this, like the American, method, is by no means reliable for the determination and classification of metamorphic rocks. Indeed, one has but to compare the following magmatic formulae of the granite specimens № 185 and № 97, in order to see how little they reflect the processes of metamorphism:

№ 185: $1.3 \text{ RO R}_2\text{O}_3 \ 7.1 \text{ SiO}_2; \alpha = 3.3; \text{R}_2\text{O} : \text{RO} = 9 : 11.$

№ 97: $1.5 \text{ RO R}_2\text{O}_3 \ 7.5 \text{ SiO}_2; \alpha = 3.6; \text{R}_2\text{O} : \text{RO} = 8 : 9.$

Both formulae are nearly identical. If we were to base ourselves upon them, we might think that the magmatism of both rocks was also the same. Whereas, as we have already seen, that is not at all the case. Particularly, nearly all of the kali or potash which we find in the specimen № 97, has been conveyed from outside, and is by no means produced in place of the original microcline, which has never even existed in that rock. Neither could it have been formed of the microcline from other neighbouring granite parts, for the Darial microcline, contrary to the Darial oligoclase, is everywhere exceptionally fresh,—fresh in every granite body, where it is found.

The chemical analysis of rocks and their magmatic formulae are often used in order to judge of the magmatism of metamorphic rocks, on the supposition that during the process of metamorphism it is only the mineral composition of rock which changes, whereas its chemical composition, excepting the additional H_2O and CO_2 , remains the same as in the original rock. It is impossible to agree with this suggestion. Indeed, in metamorphism a large part is played by the metasomatic exchange, the addition of substance to the original substratum and the parallel loss of substance from the latter. A good illustration of this we find in the case of Darial granite.

The precise signification of the term „rock“, which has guided us in our judgement on the different methods of investigation and classification of rocks, helps us also to form a clear definition as to the expediency of their nomenclature. We shall not enter here, as has been done in the question of classification, into the structural, genetic and other properties of rocks. Of course, these properties are of great importance for the identification of rocks,—so great, that they must be suggested in one way or other in the very denomination of rocks. Yet the first consideration in such a denomination must be given not to these properties, but to what seems to us to be of much greater importance. This is again obviously the material, mineralogical composition of rocks. It is most deplorable that this material principle, being the only correct one, takes no part whatever in our up-to-date nomenclature, with the exception, perhaps, of some monomineral rocks: pyroxenites, anorthosites, and the like, which are correctly named after their constituent minerals. But, as regards polymineral rocks, such denominations as peridotite, quartz-syenite and the like give us only a partial idea of their constituent minerals. In the greater part of other cases, however, not even such slight allusions exist, we find instead denominations of rocks based on occasional geographical features which have nothing to do with our definitions such, as: laurvikites, nordmarkites, umptekites, etc. Of course, all this is by no means suitable; a text-book of petrography turns out to be a certain kind of universal manual of geography; the memorising of all such petrographic names requires a great unproductive loss of energy; petrography seems to have surrounded itself with a stockade of strange names in order to frighten away non-specialists. Notwithstanding the closeness of this stockade, petrography continues to stick into it new geographical pickets; and this is done by such prominent specialists as Brögger, Lacroix, Duparc and others.

Without discarding the geographical principle, the Americans have tried to arrange and simplify petrographical nomenclature. Basing themselves on the relative quantities in rocks of silic and feric parts, quartz, feldspars, etc., they are well known to have divided the rocks into classes, orders, rangs and subrang, inserting into all these cells their new denominations. It may be seen from

table I that the Darial rock № 185, according to this system, falls into the class Persalane, the order Britannare, the rang Toscanose-Colorodase, the subrang Toscanose-Amiatose. The Darial rock № 97 — into class Persalane, the order Columbare, the rang Alsbachase, the subrang Temahose.

These examples are sufficient to show that the attempt of the Americans has not reached its object, — in so much as the very arrangement of the quantitative material into cells is with them of quite a mechanical character.

It seems to me that the time is long ripe for the creation of a new, really scientific, petrographical nomenclature, based on the only rational material — mineralogical principle. As one of the conceivable concrete suggestions, we may mention here the proposition of forming the denomination of a rock from the first syllables or letters of the minerals, which play an important part in its composition.

In order to show what such a nomenclature would look like we submit in the following table II some denominations from Rosenbusch's text-book, in its new Osann-edition. — denominations of all the rocks included in the family of intrusive, non-felspathic, nepheline and sodalite eruptives, giving opposite to them their new names devised on the mineralogical principle.

Table II.

	Denomination of rocks	Their new rational denomination
1.	Urtite	} Aegineite { Leuco-aegineite } 2-aeg } Aegineite { Aegineite } 3-aeg } Aegineite { Melano-aegineite } 7-aeg
2.	Ijolite	
3.	Melteigite	
4.	Monmouthite	Amucite
5.	Congressite	Bincite
6.	Tawite	Aegisodite
7.	Naujaite	Anam-aegisodite
8.	Bekinkinite	Barneite
9.	Fasinite	Tipyneite
10.	Riedenite	Pynosite
11.	Turjaite	Binemelite
12.	Uncompahgrite	Dimelite

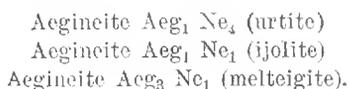
Note to table II. The abbreviations which enter into the denomination of rocks in table II denote the following minerals: aegi—aeigrine; py—pyroxene; di—diopside; tipy—titan pyroxene; am—amphibole; bar—barkevikite; bi—biotite; ne—nepheline; sod—sodalite; nos—nosean; an—anaelite; mel—melilite.

There are three rocks in our list which consist of the same minerals, but in different proportions: *urtite*, *ijolite*, *melteigite*. In the rational denomination of rocks this difference may be variously marked.

1. The quantitative mineralogical type, which is more constant than the rest, and which occurs in nature more frequently, may be taken as the principal, standard one; to the others are then affixed prefixes, showing the character of their digression from the principal type, as for instance: leuco-aegineite (urtite); or melano-aegineite (melteigite).

2. Letter-marks may be used as: β — for the principal type, α — for leuco- and γ — for melano-rocks.

3. In place of prefixes, the rock denomination may be followed up by formulae, such as:



As to the limits of certain quantitative-mineralogical types, they naturally have to be, wherever possible, nonmechanical, as also more or less rationalised and fixed according to their physico-chemical character, statistic data, geological facts, etc.

Naturally, the rational nomenclature of rocks suggested by us will meet with objections. Leaving such objections to the imagination of those who may be interested in our subject, whether in a positive or negative sense, we shall here consider only one of them, which appears to me the most serious of all.

The rational terms, used by us, are very artificial. They donot sound well, they jar upon an unaccustomed ear. The new petrographical language would be something like esperanto in our branch of science.

This objection, in as much as these new terms are unfamiliar, seems to be reasonable, for, according to Newton's principle, every novelty meets with its lawful resistance. As to the reproach in the inharmoniousness of our names, we must consider it by no means deserved. Indeed, we cannot conceive why, for instance, the denomination „barneite“ should be less euphaneous than „bekinkinite“; or the expression „dimelite“

should offend our ear more than „uncompahgrite“, etc. There can be no doubt that these terms are much better than those which exist at present, they are much more to the point, because they give a clearer idea of the object they denominate. I presume, if we were to ask a person not versed in petrography, a week or so after his having read this article, what is „uncompahgrite“, that he would hardly be able to answer the question; whereas if after the same length of time we were to mention to him the rock „dimelite“,—he would immediately be able to make out that it is an eruptive, consisting chiefly of diopside—pyroxene and melilite. However, it seems to us, that a rational nomenclature will be of great help not only to a layman, but to a specialist as well, by way of facilitating and accelerating associations, necessary in every scientific work.

The rational terminology of rocks, suggested by us, may be artificial, yet it is no more artificial nor cumbersome than chemical terminology, which has taken firm root. The complex and often polysynthetic denominations of many especially organic chemical compositions, are well known to all. Existing peacefully together with the simpler old ones, which are commonly used, they are useful and most suitable. I shall here limit myself to two examples which have just suggested themselves to me. In organic chemistry urea is called carbamide, which immediately gives us the required idea of its being the amido-derivative of carbonic acid: $\text{CO} < \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$. Saccharine is the same as the imide of ortho-sulpho-benzoic acid; in calling the substance by that name we immediately reproduce in our mind its chemical composition $\text{C}_6\text{H}_4 < \begin{matrix} \text{SO}_2 \\ \text{CO} \end{matrix} > \text{NH}$, — together with its ring structure, orthoposition of the groups CO and SO₂, etc. Our rational petrographical nomenclature, as shown above, must have the same object in view. Petrographical formulae, analogous with chemical ones, having minerals in place of atoms and radicals, intrude themselves upon our minds.

Об оолитовой структуре.

А. Н. Заварицкого.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Общего Собрания Академии Наук 7 июня 1927 года.)

Вопрос о сущности структуры и о генезисе оолитов одинаково привлекает интерес как минералогов, так и петрографов. В нем сочетаются интересы, которые, казалось бы, в наибольшей степени являются специфическими для той и другой ветви геологической науки. Действительно, изучение минерала, взятого самого по себе, является специальной задачей минералогии, и наоборот, структура каменной массы, как агрегата минеральных индивидов, есть главная задача петрографии, но в данном случае обе эти стороны объекта исследования так тесно связаны, что решение вопроса об оолитах возможно только при совместном их рассмотрении.¹

К тому же эта проблема является до сих пор еще возбуждающей значительное разнообразие мнений, и различия во взглядах, на первый взгляд мало существенные, — при ближайшем их рассмотрении являются гораздо более глубокими.

Мы не будем приводить различные взгляды на строение и образование оолитов, ограничившись немногими примерами.

В. Н. Вернадский² относит оолиты к пятой группе минеральных тел в его классификации. Сближая их с конкре-

¹ Термин „оолит“ отличается некоторой неопределенностью: он употребляется и как обозначение горных пород, и как обозначение тех отдельных сферических образований, из которых эти породы сложены. Некоторые авторы, сохраняя название „оолит“ для горных пород, употребляют для слагающих их сферических тел (сфериты) название ооиды (ooïde). Может быть, в русской терминологии можно было бы употреблять в этом смысле название: „оолитина“. В настоящей заметке я, однако, пользуюсь термином „оолит“, применяя его для обозначения самих сферических образований, слагающих породу.

² В. Н. Вернадский. История минералов земной коры. Изр., 1925, 1, стр. 143. Хим.-Техн. Изд-во НТО.

циями, он еще более тесно объединяет оолиты и стеклянные головы, считая их вполне сходными по своему строению. К конкреционным образованиям В. И. Вернадский относит также сферондальные образования в массивных породах; строение этих образований он отличает от строения сферолитов.

Ф. Ю. Левинсон-Лессинг¹ придает более широкое значение термину сферолит и считает сферолитовое и оолитовое сложения чрезвычайно близкими, почти тождественными: „В кислых изверженных породах“, пишет он в своем труде „Петрография“ эти шарики называются сферолитами, в основных — вариолями, в осадочных породах — оолитами, пизолитами“ (стр. 47), или в другом месте „в осадочных породах сферолитовым строением обладают некоторые известняки (оолитовое или пизолитовое строение, гороховый камень), некоторые бурые железняки (минетты)“.

Все авторы отмечают концентрическое строение оолитов и большинство считает свойственной им и радиальную структуру.

Как известно, взгляды расходятся и на природу вещества, образующего наиболее распространенные оолиты, именно известковые оолиты. Еще Сорби² считал их за арагонитовые образования, в которых волокна арагонита располагаются по касательным поверхностям нарастания оолита. Лакруа³ принимает вещество, образующее оолиты за особый минеральный вид углекислой извести — ктипеит, хотя сам отмечает, что единственное отличие от арагонита — несколько меньший удельный вес и энергичное растрескивание при накаливании. Бечер (Bucher)⁴ и др. считают первичнообразовавшее оолиты вещество коллоидной формой углекислой извести. Сторонники этого взгляда полагают, что оптическая анизотропность вещества оолитов вторичного характера обусловлена натяжениями. Возможность такого объяснения анизотропности ктипеита не отрицается и Лакруа. Разногласия существуют и о сущности процесса образования оолитов. Одни видят в этом особую форму кристаллизации; ссылались даже на известные опыты

¹ Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Петрография. Лгр., 1925, стр. 47. Хим.-Техн. Изд-во НТО.

² H. Sorby. Quart. Journ. of Geol. Soc., 1879, vol. XXXV. Anniversary address.

³ A. Lacroix. CR, 1898, vol. CXXVI.

⁴ Bucher. Journ. of Geol., 1918, vol. XXVI.

Линка¹, хотя он получал сферолиты с радиальным строением не похожим на установленное $Co\ r\ b$ и концентрическое строение оолитов. Другие, как сказано, связывают их формирование с процессами, происходящими в коллоидных системах. Указывалось и на органогенное происхождение этих образований.

Надо отметить, что некоторые авторы, как, например, Кумм,² выделяют оолиты из общей группы сферических образований (сферитов) не на основании структурных признаков, а исключительно на основании условий их образования.

Мне лично приходилось иметь дело с довольно разнообразным, хотя и случайным, материалом. Это были как различные известковые оолиты, так и образцы главнейших железисто-силикатовых и других рудных оолитов. Были изучены также некоторые кремнистые оолиты, оказавшиеся все вторично измененными. Сопоставляя свои наблюдения с общеизвестными фактами и мнениями, я пришел к положениям, которые, как мне кажется, заслуживают некоторого обсуждения.

Повидимому, общепризнанным является, что оолиты образуются в движущейся среде. Это вочию видно в пизолитах горячих источников, частью оолитах современных морей; за это говорят и фациальные особенности оолитовых известняков, всегда мелководных и обычно переходящих в мелко-обломочные известняки (*calcaire graveleux*). С этим связана отсортированность оолитов по размерам и характерная особенность типов переходных к обломочным известнякам, заключающаяся в приблизительно равных размерах обломков и оолитов. Характерна также сильная окатанность обломков в таких известняках. Весьма вероятным мне представляется положение, что движения в воде, где отлагаются оолиты, есть необходимое условие их возникновения. Таким образом существует определенное механическое условие их образования.

Так как некоторые оолиты в горячих источниках образуются очевидно без участия организмов, то связь с находившимися в них следами таких организмов вероятно случайна, и должна быть исключена из числа причин образования оолитов как определенных структурных форм. При изучении этих структур должно исходить из тех случаев, где оно наиболее доступно.

¹ G. Linck. Neues Jahrb. f. Miner., 1903, Beil, Bd. XVI.

² A. Kumm. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges., 1926, Bd. LXXVIII, II. 1

Таковыми являются прозрачные оолиты: известковые и железисто-силикатовые. Рудные оолиты, благодаря своей непрозрачности, не позволяют проникнуть в сущность их строения. Оолиты бурого железняка только просвечивают. Кроме того, значительная часть, может быть большинство гематитовых и лимонитовых оолитов, являются вторично переработанными; для многих несомненно, что они представляют продукты разложения силикатовых оолитов. Исходя из этих соображений, мы остановимся на известковых и силикатовых оолитах.

Нарастание отдельных оолитов шло постепенно. За это говорят также наблюдения над современными процессами, и этим объясняется встречающееся иногда концентрическое расположение посторонних включений. Мне приходилось наблюдать подобное расположение мелких песчинок в оолитах известняков Медвежьего Острова (из коллекции Н. Н. Яковлева). Эти концентрично расположенные включения отмечают определенный момент в росте оолита.

Иногда внутри оолитов встречаются обломки оолитов же, являющиеся центрами образования новых оолитов. В таких обломках, представляющих отдельные сегменты или секторы оолитов, можно видеть их концентрическую оптически-анизотропную структуру так же, как и в целых оолитах. Эти особенности редко можно видеть в известковых оолитах вследствие обычных вторичных изменений в них, при которых первичная структура утрачивается. Однако, они наблюдались мной в пизолитах из Карлсбада и верхнетретичных оолитах Кубанского района. Те же явления наблюдаются и в железистых силикатовых оолитах, например, я их видел в руде из Кливленда. Еще более интересными являются некоторые случаи, наблюдавшиеся в рудах Нучича, когда несколько мелких оолитов, сцементированных бесструктурной массой шамуазитового вещества, являются центром, облакаемым новыми слоями одного крупного оолита. Наконец, отметим тот факт, что в пизолитах Карлсбада и других источников оолиты самой разнообразной величины, представляющие различные стадии роста этих тел, все одинаково обнаруживают концентрическое анизотропное строение.

Все эти наблюдения показывают, что вещество, образующее известковые оолиты, с самого начала, при самом его образовании обладало свойством оптической анизотропности, а не

приобрело его впоследствии. Оно, повидимому, никогда не было таким изотропным веществом, в каком мы обыкновенно встречаем настоящие коллоиды. Поэтому, мне представляется необходимым принять во внимание возможность рассматривать их как особую форму отложения кристаллического вещества, и сделать попытку объяснения свойств их вещества прежде всего с этой точки зрения.

Как известно, известковые оолиты редко сохраняются в своем первоначальном виде, вследствие превращения углекислой извести в более устойчивые модификации. Поэтому, делать какие-либо выводы о первичной структуре оолитов можно только из рассмотрения современных или новейших образований этого рода. Рассматривая оолиты, отлагаемые горячими источниками и некоторые из верхнетретичных оолитов Кавказа, я должен был прийти к убеждению, что радиально-лучистое строение, которое считается многими авторами за существенный признак оолитов, есть явление исключительно вторичное. Прекрасные примеры этого мы можем наблюдать иногда в оолитах из Карлсбадского источника. Здесь радиально-лучистое строение возникает местами по концентрическим зонам, при чем оно иногда не охватывает кругом тела оолита. Оно состоит в развитии мельчайших иголок карбоната, развивающихся как снаружки, так и внутрь, начиная от какой-либо из концентрических поверхностей оолита. Как известно, почти все ископаемые оолиты, которые обычно и обнаруживают радиальное строение, состоят из кальцита. Таким образом, эта структура приобретает при перекристаллизации и даже превращении первичного вещества оолита в кальцит.

Рассматривая свежие известковые оолиты под микроскопом, мы не можем различить отдельных волокон, табличек или чешуек и т. п. отдельных кристаллических индивидов, слагающих его тело. Оолит надо рассматривать, поэтому, как скрыто-зернистое или скрыто-кристаллическое образование, независимо от того, считаем ли мы это вещество арагонитом, как Сорби, или ктипентом, согласно Лакруа. В таких скрыто-кристаллических агрегатах их физические свойства, естественно, могут изменяться в зависимости от их строения. Химические же свойства арагонита и ктипента, как известно, одинаковы. Кристаллографические признаки арагонита вполне определенные и хорошо изучены, ктипент же, как особый минерал, никогда

кристаллически индивидуализированным встречен не был. Поэтому, прежде всего надо рассмотреть, не являются ли отличия ктипейта от арагонита результатом особого субмикроскопического агрегационного строения последнего.

Уже Сорби, как сказано, считал, что арагонитовые волокна в оолитах расположены по касательным сферических поверхностей. Это вытекает непосредственно из расположения осей оптической упругости n_g и n_p в анизотропных слоях оолита. Каковы же должны быть остальные оптические свойства такого крипто-кристаллического агрегата, построенного из арагонитовых волокон. Ясно, что двупреломление пучка волокон, совершенно параллельных одно другому, будет таким же, как двупреломление самого минерала; агрегаты волокон, расположенных в совершенном беспорядке, будут оптически изотропны. Если в оолитах волокна арагонита располагаются в разных направлениях, но почти все в одной плоскости, перпендикулярной к радиусу оолита, то двупреломление слоя будет некоторым средним между 0 и $n_g - n_p = 0,155$. Величина его может быть вычислена математически при допущении некоторых предположений о расположении волокон в слое. Наиболее легко поддается анализу тот случай, когда волокна располагаются плоскими радиальными пучками. В этом случае пределы двупреломления слоя суживаются и заключаются между 0 и 0,060. Максуа для ктипейта дает величины $n_g - n_p = -0,020$. Изучая оолиты Карлсбада, я получал $n_g - n_p$ от 0,008 до 0,030, при чем в одном и том же оолите в разных слоях эта величина меняется. Эту изменчивость можно удовлетворительно объяснить той особенностью субмикроскопического строения, что некоторая неодинаковая в разных местах часть волокон располагается поперек общего направления, понижая таким образом разность хода поляризованных лучей.

Таким образом, оптические особенности двупреломления ктипейта можно объяснить суммарным действием агрегата из наложенных субмикроскопических волокон арагонита, даже не принимая для них размеров ультрамикронных, с которыми мы имеем дело в коллоидных растворах.

Оптическое исследование ктипейта обнаруживает еще одну замечательную его особенность. В свежих ктипейтовых оолитах при рассматривании их в простом проходящем свете замечается буроватая окраска, которая в отраженном свете представляется

молочно-белой. Как известно, это оптическое явление объясняется сравнительно грубым дисперсным состоянием оптической среды, и оно хорошо знакомо петрографам на примерах пелитизации. Между прочим, это же является причиной бурой окраски полевых шпатов в друзитах Е. С. Федорова. При взгляде на ктипеит, как субмикроскопическое срастание арагонитовых волокон, естественно, не заполняющих плотно, целиком, все пространство, дисперсная структура такой системы является понятной. Другое физическое отличительное свойство ктипеита — его меньший удельный вес, чем арагонита, также находит себе объяснение; мне кажется правдоподобным предположение, что его сильное растрескивание при нагревании можно ставить в связь с особенностями этой субмикроскопической структуры.

Изложенные соображения заставляют признать, что до сих пор не может быть отвергнута и прежняя гипотеза Сорби, считавшего, что известковые оолиты состоят из субмикроскопических волокон арагонита с расположением их по касательным. В этом расположении заключается основное и существенное отличие от сферолитов.

Наиболее совершенные сферолиты, именно такие, которым Розенбуш дал название сферокристаллов, также состоят из неразличимых субмикроскопических волокон. Подобно тому, как нет особого названия для вещества полевошпатовых, например, сферолитов, то можно, мне кажется, отказаться и от ктипеита. Но если признать кристаллическое строение оолитов, совершенно необходимо различать два типа сферических форм роста кристаллического вещества.

А. Сферолиты (или сферокристаллы) с радиально-лучистым расположением кристаллических волокон, являющихся направлением роста.

В. Оолиты с периферическим их расположением.

Если первые являются, как их называют, центрогенными образованиями, то вторые можно назвать периплектическими,¹ образовавшимися путем постепенного оплетания нараставшими волоконцами непрерывно растущего оолита.

Эти заключения, которые могут быть сделаны из рассмотренных первичных неизменных известковых оолитов, полностью

¹ периплектико — обвиваю.

подтверждаются и на первичных же железистосиликатовых оолитах. Надо заметить, что до сих пор еще высказываются взгляды о вторичном происхождении таких оолитов. Как известно, Кайё¹ в нормандских железных рудах предполагал последовательное замещение известковых оолитов сидеритом, а затем силикатовым веществом. Этому, однако, противоречат структурные особенности: дело в том, что сидеритовые оолиты утрачивают первичную концентрическую структуру, и представляется невероятным, чтобы она вновь восстанавливалась в оолитах силикатовых. Обыкновенно, разложение силикатового оолита начинается с центральной его части, и это и послужило основанием для гипотезы Кайё, которая, как видим, находится в противоречии со структурными соотношениями. Эти особенности видны даже на микрофотографиях в самой работе Кайё, воспроизведенных также в курсе К. И. Богдановича.

Недавно Кегель² совершенно справедливо указал, что до сих пор настоящая оолитовая структура не наблюдалась у сидеритовых оолитов. С этим согласен и Берг, указывающий, что в лотарингских минеттовых рудах сидеритовые оолиты являются вторичными новообразованиями. В последнее время, как будто, гипотеза первичного образования шамуазитовых силикатов находит все более сторонников.

Сравнение внутренней структуры силикатовых и известковых оолитов показывает, что основные черты ее в обоих случаях одинаковы. Силикатовые (шамуазитовые) оолиты также обладают субмикроскопически тонким строением, в котором отдельные чешуйки неразличимы. Эти субмикроскопические чешуйки, судя по оптической ориентировке, также располагаются периферически, т.е. по касательным к сферам нарастания. В хлоритовых сферолитах, хорошо известных, например, в миндалини вулканических пород, наоборот, пластинки хлорита располагаются всегда радиально. Таким образом, здесь повторяются те же соотношения, как и в известковых оолитах и сферолитах. Весьма важно отметить, что в шамуазитовых оолитах оптический знак, наблюдающийся при скрещенных николях креста не \perp , как в ктипейтовых, а — . Это легко

¹ Cayeux. Les mineraux de fer oolithique de France. Paris, 1909.

² Kegel. Jahrb. d. preuss. geolog. Landesanst. 1924. Bd. XIV.

объясняется при принятии гипотезы кристаллического строения.

Обратимся теперь снова к условиям образования оолитов и сферолитов. Оолиты, как было сказано, образуются в весьма подвижной и движущейся среде. Сферолиты, наоборот, возникают в условиях мало подвижной, весьма вязкой среды. Они характерны для кислых вязких стекол, они возникают также при раскристаллизации гелей, образовавшихся в иных условиях. Как те, так и другие выражают некоторые формы равновесия между ориентирующимися силами, строящими кристаллические решетки, с одной стороны, и механическими силами, действующими из внешней среды с другой, и, как мы видим, влияние внешней механически изотропной среды определяет, в конечном счете, эту форму. При образовании сферолитов этой внешней силой является вязкость среды и, следовательно, то сопротивление, которое встречают с ее стороны нарастающие кристаллиты. Это сопротивление направлено по радиусу растущего сферолита. При росте оолитов действуют внешние силы, развивающиеся на поверхности сферического тела, беспорядочно перемещающегося и вращающегося в движущейся среде. Это—своего рода силы трения, действующие на поверхности оолита. Они направлены по касательным к его поверхности. Сущность действия этой силы понятна. Таким образом, в обоих случаях кристаллические элементы располагаются так, что с направлением внешней силы совпадает направление главной зоны, направление роста волокон или чешуек, или, иначе, направление наиболее плотных рядов кристаллических параллелоэдров.

Такие представления, к которым мы можем прийти из рассмотрения прозрачных и анизотропных оолитов, в такой же мере могут быть приложимы и к рудным непрозрачным оолитам (пирролюзитовым, гетитовым, марказитовым) или оолитам аморфным, если только такие оолиты возникают как первичные образования. Для гематитовых и лимонитовых оолитов в большинстве случаев, впрочем, вероятно вторичное изменение.

Остается еще сказать об отношении оолитов и сферолитов к стеклянным головам. Отличительные особенности стеклянных голов—почковидная форма и лучистое строение. Несомненно, стеклянные головы—одна из разновидностей коллоформных структур. Их образование связано с коллоидными процессами и выпадением вещества в форме геля. Лучистое же

строение, вероятно, приобретено при позднейшем процессе раскristализации (с образованием волокнистого гетита, гематита, вуртцита, марказита, может быть, малахита и т. д.). Оно обусловлено свойствами первичной аморфной и твердой или вязкой среды, подвергшейся перекристализации. В этом отношении стеклянные головы ближе стоят к сферолитам, чем к оолитам.

Схема образования интересующих нас сейчас тел может быть представлена в виде диаграммы.



Сплошная линия отвечает первичному образованию, прерывистая—вторичному превращению.

К таким заключениям о структурных различиях оолитов и других близких к ним по внешнему виду образований приводит нас рассмотрение оолитов как особой формы отложения кристаллического вещества. Но, как было упомянуто, многие авторы считают оолиты одной из форм выпадения коллоидного вещества. Если исходить из этой точки зрения, то все-таки, прежде всего, надо принять во внимание оптическую анизотропность вещества, образующего оолиты. Как уже было указано, этой анизотропностью вещество обладало, повидимому, при самом его отложении. Как известно, двойное лучепреломление в коллоидах зависит от ориентированного расположения ультрамикрон, вызванного обычно или течением коллоидного вещества или односторонним давлением и натяжениями. Довольно трудно найти связь между этими причинами и геологическими

условиями образования оолитов. Тем не менее, без дальнейших исследований, гипотеза коллоидного образования оолитов не может быть отвергнута и является вторым возможным объяснением их генезиса. Однако, основное различие оолитов и сферолитов, которое мы указывали выше, сохраняет свое значение. Расположение ультрамикроннов под влиянием натяжения в оболочках оолита должно быть, как это указывают, например, опыты с коллоидными растворами золота в желатине и т. п., таково, что направление удлинения их должно совпадать с касательной к поверхности оболочки. Оптический знак в известковых оолитах показывает, что ультрамикроскопические частицы, из которых построен оолит, должны быть оптически отрицательны по удлинению, т.е. они в этом отношении будут сходны с иголочками арагонита. Структура, таким образом, будет одинакова с той, которую мы должны были принять, исходя из гипотезы образования оолитов, как форм роста кристаллического вещества; различие двух изложенных взглядов] заключается лишь в допускаемых ими размерах частиц, составляющих оолит. То же самое справедливо и относительно железистосиликатовых оолитов, в которых таблицеобразные ультрамикроны или ультрамикроскопические чешуйки нарастают, располагаясь периферически.

Значение ассимиляции для образования некоторых типов петрографических провинций.

Н. И. Безбородько.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Общего Собрания Академии Наук 7 июня 1927 года.)

Рассматривая идею ассимиляции в общеисторической перспективе, мы часто видим ее как бы возглавляющей наши представления относительно генезиса изверженных горных пород, однако всякий раз, даже в том случае, когда идея ассимиляции выведена была в сочетании с идеей синтектики, мы наблюдаем господство дедуктивной мысли, которая заставляет идти от широких обобщений к отдельным частным случаям. Для подкрепления идеи, устанавливающей возможную связь между ассимиляцией и происхождением изверженных пород, желательно отыскание новых фактов. Казалось бы, что одним из таковых фактов является взаимоотношение кристаллических пород на Подоллии. Изучение их в связи с сопоставлением литературных данных об аналогичных других местах земного шара приводит как бы к тому общему выводу, что из числа трех, условно принятых, так называемых петрографических провинций, каковы субщелочная, щелочная и чарнокито-норитовая, одна, именно чарнокито-норитовая, обнаруживает определенную склонность возникать в природе при содействии ассимиляционных и синтектических процессов.

Случаи эруптивных брекчий, или брекчий извержения, представляющих собой эруптивную магму со включенными в нее обломками или ксенолитами, являются довольно распространенным явлением. Один из примеров широкого и непрерывного распространения таких эруптивных брекчий представляет западная часть Украинской кристаллической полосы, сосредоточивающаяся в Подольском округе и частично переходящая в соседние округа: Волынский — на севере, и Одесский — на юге. Между тем, факт существования эруптивных брекчий имеет

прямое отношение к образованию ассимиляционных и синтетических явлений. Именно здесь поверхность соприкосновения между магмой и ассимилируемым телом возрастает до максимальных размеров и тем благоприятствует ассимиляции. Оттого здесь можно заранее предполагать возможность развития обоих названных явлений.

Характер минералообразования при ассимиляции зависит от химического состава двух слагаемых: 1) химического состава магмы, которая производит ассимиляцию и 2) химического состава пород, которые подвергаются ассимиляции. В отношении Подолии и смежных участков вопрос об обоих слагаемых решается следующим образом: действующая магма, производящая ассимиляцию, есть гранитная магма, а не какая-нибудь иная; окружающими породами, испытывающими ассимиляцию, являются метаморфические породы, имеющие, по видимому, осадочное происхождение. Минералообразование, связанное с каждым из слагаемых, выясняется из следующего.

Гранит в своем первоначальном чистом виде обладает преимущественно розовым цветом и обычно характеризуется отсутствием темных составных минералов. Как известно, для пород Подолии, равно как и для ее гранитов, характерной особенностью издавна считается присутствие гиперстена (Жагорно 1890, Соболев 1892, Тарасенко 1901, Сельский 1912). Между тем, в качестве противоположения упомянутому распространенному мнению должно выставить в отношении к господствующему на Подолии розовому граниту обратное положение: чистый тип гранита Подолии характеризуется обычно сам по себе отсутствием не только гиперстена, но и других темных минералов, и это отсутствие их в такой же степени является доказанным как и то, что если гиперстен все-таки оказывается внутри розового гранита, то лишь как продукт усваивания и ассимиляции им той или иной чужой породы. Однако, в этом последнем случае, помимо новообразования гиперстена, изменяется также химический состав гранита, характер полевых шпатов и проч., и следовательно, нормальный гранит исчезает, заменяясь новыми производными, каковы: чарнокит, кварцевый диорит, кварцевый норит. Другими словами, первоначальная гранитная магма создает ряд новых пород, которые здесь выступают в качестве производного ассимиляционного комплекса характерного чарнокито-норитового ряда. Что же касается того наиболее

характерного продукта минералообразования, который связан с действующей гранитной магмой, выступая в ее ассимиляционных производных, то таким должно назвать кварц. Действительно, рассуждения, касающиеся гранитной магмы, всякий раз предусматривают, прежде всего, силикатный расплав, пересыщенный кремнеземом; согласно данным, находимым в литературе по Подолии,¹ это количество кремнекислоты в граните поднимается до 75% (74,59%). Вполне понятно, что на первых стадиях своего ассимиляционного влияния эта кислая магма не только насытит основные окислы окружающих пород, но и даст внутри них некоторую долю свободной кремнекислоты в виде кварца. Однако, нетрудно доказать, что в общий ход ассимиляционного процесса, помимо условно принятых и находимых в валовом химическом анализе гранита 75% кремнекислоты, будет вовлечено также добавочное ее количество, некоторое число Z , исходящее из того же магматического резервуара. Указываемое обстоятельство можно объяснить в связи с явлением, известным за последнее время в литературе под наименованием „неравномерной миграции элементов“. Сущность последнего заключается в том, что при ассимиляции и связанных с ней метасоматических процессах, сопровождающих явления инъекционного контактметаморфизма, продукт новообразования обнаруживает некоторые окислы в количестве, повышенном (или уменьшенном) против той теоретической цифры, которая выводится как средне-арифметическое из обоих слагаемых данной ассимиляционной смеси. К числу окислов, обнаруживающих ненормально увеличенный привнос внутрь ассимиляционной смеси, неоднократно в литературе указывались SiO_2 и Na_2O ;² наоборот, уменьшенная степень привноса наблюдалась мною на многочисленных примерах инъекционных гнейсов украинской кристаллической полосы для K_2O .³ Конечно, причины неравномерной

¹ В. А. Сельский. Химико-петрографическое исследование гранитов окр. Гниваня Под. губ. Ежег. по Геол. и Минерал. России. 1912, кн. I, стр. 9.

² Кроме работ автора (Н. Н. Безбородько. Контактные взаимоотношения гранитов и гнейсов и т. д., Лубны, 1918), должно (ср. Grubenmann-Niggli. Gesteinsmetam. 1924, p. 291), назвать работы Quensel (Geol. Föreh. i Stokholm Förh. 1919), а также Gavelin (Geol. Förh. 1919, p. 19), далее V. Goldschmidt (Über die Injectionsmetam. in Stavanger-Gebiet. Viedensk-Schrift., 1920, № 10).

³ Н. Н. Безбородько. Op. cit., стр. 144, 155, 166 и мн. др.

миграции элементов кроются прежде всего в химических взаимоотношениях, которые создаются между магмой и ассимилируемой породой, и например, замедление в поступлении K_2O внутрь новообразующегося продукта может быть объяснено наличием в окружающей и ассимилируемой породе свободной CaO (из $CaCO_3$), которая из расплава гранитной магмы заимствовала окись алюминия и кремния для построения апортитовой и, в конечном итоге, $Ca-Na$ -плагноклазовой молекулы, между тем как часть щелочей, в данном случае K_2O как K_2SiO_3 , очевидно, переходит в состав позднее кристаллизующихся и более подвижных фаз магматического расплава, каковы фазы пневматолитическая и гидротермальная. Наоборот, богатство окружающей породы глинистым материалом, обнаруживающим высокую степень адсорбции щелочи (при этом предпочтительно K_2O по сравнению с адсорбцией Na_2O) повлечет за собой „неравномерное“ обогащение пород окислом калия и т. д.

Не останавливаясь здесь на других, самых разнообразных по отношению к отдельным частным случаям,¹ чисто химических объяснениях, нельзя упускать из виду другой не менее важный фактор, значение которого лежит не столько в химических, сколько в общегеологических особенностях, и который также может служить объяснением неравномерной миграции элементов. Для этого необходимо ввести в круг соображений, касающихся неравномерной миграции элементов, те три различные магматические момента, которые в большей или меньшей степени сопровождают всякую эрупцию. Моменты эти обычно обозначаются в следующей последовательности: интрамагматический, пневматолитический и термально-магматический. Для реальной характеристики этих трех процессов наилучше иметь в виду те образования, которые, при примерах гранитной эрупции и непосредственно вслед за нею, выступают в виде пегматитовых жил, далее, в виде кварцевых, по преимуществу, жил с небольшим содержанием полевого шпата, далее, идут собственно кварцевые жилы: эти же последние служат переходом к тем инфильтрационным или имбибиционным процессам, которые нередко ведут к окварцеванию метаморфизуемых пород на периферии эруптивного тела. Тем не менее, все

¹ V. Goldschmidt. Op. cit.

три момента казалось бы наиболее уместно увязывать с представлением о собственно магматическом, а не пост-магматическом процессе и поэтому обозначать все происходящие внутри него миграционные явления под общим наименованием „магматических миграционных процессов“, а именно:

- 1) миграционный процесс интрамагматической стадии.
- 2) миграционный процесс пневматолитической стадии,
- 3) миграционный процесс термально-магматической стадии.

Само собою понятно, что каждой из названных магматических миграционных стадий соответствуют свойственные им и доминирующие для каждого отдельного момента элементы или их окислы и соединения. Так, пневматолитический миграционный момент можно характеризовать элементами В, F, Cl, Li, частью Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 и возможно MgSiO_3 (G rubenstein Niggli).¹ Термально-магматический миграционный момент может характеризоваться преимущественно SiO_2 , Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 и др. Таким образом, можно сказать, что вещество SiO_2 при гранитной эрунции дает себя особенно отчетливо чувствовать во время двух более или менее обособленных стадий: стадии интрамагматической и стадии термально-магматической. Отсюда же можно найти ответ на ранее поставленный вопрос относительно количества кремнекислоты, введенном со стороны магматического резервуара в круговорот ассимиляционных процессов. Это количество характеризуется не только теми 75% SiO_2 , которые наблюдаются ныне внутри общей массы гранита и учитываются его валовым химическим составом, но это количество должно быть дополнено на ту ранее упомянутую величину Z, которая рассеяна в виде наблюдаемых кварцевых, отчасти кварцево-полевошпатовых жил внутри гранита и окружающих пород, а также в виде продуктов инфильтрации („имбибиции“), каковы окварцеванные метаморфические породы, инъекционные гнейсы, где учет поступившего SiO_2 сопряжен с большими трудностями. Вполне ясно, что это дополнительное число Z связано с термально-магматической стадией эрунции, хотя точное обособление кремнекислоты или же свободного кварца, поступивших в течение упомянутой термально-магматической стадии от того же SiO_2 , отвечающего стадии интрамагматической, в поле и образцах нередко так же трудно, как и

¹ Op. cit., p. 297.

обособление инъекционно-контактметаморфических продуктов от собственно ассимиляционных на местах их перехода друг в друга.¹

Последнее обстоятельство приводится для того, чтобы отметить также невозможность и иррациональность в некоторых частных случаях обособлять нацело продукты различных миграционных стадий друг от друга. Все они бывают часто тесно связаны друг с другом также по месту своего проявления, как например, на местах глубинного инъекционного контактметаморфизма, и нередко, как в описываемых здесь случаях, приемником продуктов третьей термально-магматической стадии являются разбросанные ксенолиты внутри гранитных масс, испытавшие однако перед тем полное или неполное влияние первых двух стадий эрупции интрамагматической и пневматолитической.

Вся вышеприведенная обстановка магматического процесса, как химическая, так и общегеологическая, создает в общей совокупности явление, характеризуемое наименованием „неравномерной миграции элементов“. Насколько глубоко проходит этот процесс неравномерной миграции видно из того, что нередко продукты, получаемые при инъекционном контактметаморфизме, или (же при близких к нему случаях ассимиляции), имеют количество SiO_2 , заметно повышенное как по отношению к SiO_2 внутри непосредственно прилегающей магмы, так и по отношению к количеству того же SiO_2 внутри древнейшей породы, имевшегося в последней до начала развития в ней метаморфического процесса.²

Общим выводом из всего вышесказанного является то, что минералообразование при процессе ассимиляции, поставленное в зависимость от первого ранее упомянутого слагаемого — действующей магмы, есть не только функция ее химического состава, взятого по валовому химическому анализу изверженной породы, но также функция определенной стадии охлаждения последней, каковы: интрамагматическая, пневматолитическая

¹ См. о тесной связи явлений ассимиляции и инъекционного контактметаморфизма: Н. И. Безбородько. Кристаллические породы окр. Вавницы на Подоллии в т. д. Геол. Путев., 1926, стр. 4. Изд. II Всесоюзного Съезда Геол.

² Ср. соответствующие диаграммы на стр. стр. 144, 155, 166, 173 труда: Н. И. Безбородько. Контактные взаимоотношения гранитов и гнейсов. Лубны, 1918

и термально-магматическая. При этом, как видно из обзора, при наличии примеров эруптивных брекчий и аналогичных им явлений, наиболее удобным является видеть все три указанные стадии (интрамагматическая, пневматолитическая и термально-магматическая) бесконечно повторяющимися вокруг отдельных центров охлаждения, какими являются рассеянные в магме ассимиляционные обломки — ксенолиты. Помимо упомянутой роли центров охлаждения при ассимиляции эти ксенолиты являются местом средоточия метасоматических процессов и в то же время служат приемниками инъекционных прожилков и иных миграционных новообразований, минералогический состав которых отвечает той или иной стадии охлаждения магмы. Все это в достаточной степени объясняет нам, с одной стороны, вышеописанные явления „неравномерной миграции элементов“, с другой — избыточное количество кварца как минералообразования, насыщающего собою ассимиляционные продукты в большем количестве, нежели то, которое расценивалось бы одним валовым содержанием, относимым к образцам собственно гранита.

Таким образом, можно придти также к тому выводу, что новообразование в виде кварца, источником которого является гранитная магма, возникает в ассимиляционных породах одновременно по двум направлениям: с одной стороны, кварц возникает внутри эндогенных продуктов ассимиляции, непосредственно примыкающих по составу к самой гранитной магме; таковы породы ассимиляционно-синтектического типа, могущие быть обозначенными чарнокитом, гиперстеновым гранодиоритом, кварцевым диоритом и т. д.; с другой же стороны, тот же кварц наблюдается как новообразование, обусловленное нередко термально-магматическими процессами внутри ксенолитов, отвечающих по составу породам метаморфического ряда, каковы шроксено-плаггиоклазовые гнейсы, и несущих на себе признаки влияния различных стадий охлаждения магмы, согласно ранее высказанному взгляду.¹

¹ Приведенная точка зрения, в качестве рабочего правила, позволяет разбираться в минералогическом содержании ксенолитов; таковы амфиболовые, пегматитовые и кварцевые прожилки внутри ксенолитов, скандинавизированные ксенолиты, вторичная биотитизация (ср. Н. И. Безбог-родько. Явления ассимиляции и инъекционного контакта метаморфизма

После приведенного разбора минералообразования внутри ассимиляционных пород, связанного с составом действующей гранитной магмы, мы переходим к минералообразованию, обусловленному химическим составом второго слагаемого тех же ассимиляционных продуктов — древнейших пород, подвергшихся ассимиляции. Последние представлены в настоящий момент различными метаморфическими породами, каковы, главным образом, упоминавшиеся уже пироксено-плаггиоклазовые гнейсы, далее, скарноподобные волластонито-диопсидовые, гранатовые, скаполито-диопсидовые, силиманитовые гнейсы, роговикоподобные сланцы, представляющие, повидимому, продукт метаморфоза глинистых сланцев. Эти породы обнаруживают тесную геологическую и минералогическую связь между собою и неоднократно дают примеры непрерывных переходов друг в друга. В этом отношении особенно характерным и объединяющим обстоятельством является новообразование во всех породах то в большей, то в меньшей степени пироксена, как гиперетена, так и диопсида (редко диаллага). На основании сказанного можно сделать вывод, что весь приведенный комплекс метаморфических пород является продуктом осадочного образования. Этот комплекс в отдельных своих сочленах наблюдается по всему пространству Подолья и в соседних участках Волынского и Одесского округов.

Итак, указанная площадь западной части украинской кристаллической полосы до момента гранитной эруссии была покрыта, повидимому, сплошными отложениями осадочных пород,

на Подольи. (См. Ураевск. Политехн. Инст. 1925, стр. 144 и др.), наконец, обогащение их пылыми пневматолитическими или гидротермальными минералами. Для сравнения см.: A. Lacroix. Les enclaves des roches volcaniques. Mâcon, 1893, pp. 154 (хондрит), 176 (цеолиты), 180 (апатит), 234 (цеолиты), 253 (апатит, цеолиты), 255 (гауин, гумит), 259 (гауин, скаполит), 292 (содалит), 296 (гумит), 317 и т. д., где ксенолиты обогащены пневматолитическими или гидротермальными минералами, рассматриваемыми здесь как миграционные продукты, генетически связанные со специальными стадиями общего магматического процесса. Другими словами, каждый из разобсеченных внутри магмы ксенолитов позволяет в том или другом случае приурочить к себе рассуждения, обычно относимые к боковой породе общего внешнего контакта на местах различного удаления ее от магмы. Ср. напр. Rosenbusch-Osann. Elem. des Gesteinslehre. Stuttgart, 1923, pp. 611-612.

преимущественно карбонато-глинистого типа. Все эти отложения были прорваны и частью ассимилированы гранитной магмой. Ассимиляция выражается в разнообразных формах. Она идет параллельно с развитием инъекционных пород и образованием ксенолитов. Ксенолиты же, как упоминалось, встречаются всюду; они же создают вокруг себя отдельные центры для развития ассимиляционных процессов. Содержимое ксенолитов ассимилируется внутрь гранитной магмой то до полного исчезновения внешних очертаний первоначального ядра, то с частичным сохранением этих очертаний.² Многочисленные обнажения³ имеют все характерные особенности новообразованных гибридных пород, заключающиеся в крайней неоднородности распределения в них светлых и темных составных частей. В светлых участках подобная гибридная порода содержит образцы гиперстеновых гранитов (аналогично чарнокитам) гиперстенового грано-диорита, переходя, в темных участках, до кварцево-гиперстеновых диоритов и поритов. Более полное смешение материала создаст однородность внутри гибридной породы, которая, в таких случаях, имеет свойства кварцево-диорита или иной породы, а при почти окончательном исчезновении признаков обоих исходных материалов — чистой гранитной магмы и древней метаморфической породы. Наконец, казалось бы уместным обозначить некоторые выходы основных пород в качестве продуктов „палингенетического“ характера в смысле Sederholm'a,⁴ хотя бы и при несколько отличной здесь геологической обстановке, как, например, при допущении наличия рассеянных небольших центров локального обогащения метаморфизируемых пород чрезмерным количеством теплоты со стороны интродуцировавшей магмы. Изменение гранита идет путем утраты микроклина и ортоклаза, приобретения гиперстена, исчезновения розового оттенка и смены его на серый оттенок, постепенного усиления основности плагиоклазов, что в общей

¹ Н. И. Безбородько. Кристаллические породы окр. Виннича. Геол. Путев., 1926. — Ето же. Явления ассимиляции инъекционного контактного метаморфизма на Подолли. Изв. Уральск. Политехн. Инст. 1925 и 1926.

² Ср. G. W. Tugwell. Principles of Petrology. 1926, p. 165.

³ Н. И. Безбородько. Кристаллические породы окр. Виннича. Геол. Путев., 1926, стр. 8 и др.

⁴ J. Sederholm. Om granite och gneiss, etc. Helsingfors, 1907, p. 103.

сложности приводит к образованию чарнокита, кварцево-гиперстенового диорита, кварцевого норита и соответствующих промежуточных продуктов.¹

Ниже приводятся анализы ряда ксенолитов.²

	I.	II.	III.
SiO ₂	45,28	49,52	54,13
Al ₂ O ₃	21,01	14,83	24,97
Fe ₂ O ₃ }	19,42	23,52	5,11
FeO }			
CaO	5,18	5,49	6,30
MgO	4,64	3,92	4,60
K ₂ O	1,56	0,80	0,81
Na ₂ O	1,72	1,82	2,10
H ₂ O	1,03	0,00	0,82
	99,84	99,90	98,84

1. *Правый берег Буи* между Брацлавом и Коржевом. Ксенолит, пироксено-плагиоклазовый гнейс основного типа, близок к четвертой группе Грубенмана; сланцеватая мелкозернистая порфиробластическая порода с округлыми порфиробластами полевого шпата до 2 мм в диаметре, которые нередко окаймляются мелкозернистой массой кварца. Общая масса почти сплошь меланократовая, слагается главным образом из пироксенов то мелких, 0,02 мм в диаметре, то частью крупных, идиобластических 0,5—1 мм в диаметре; прочая же часть общей

¹ Конечно, здесь не исчерпывается весь комплекс чарнокито-норитовых пород на Подолии. Некоторые из них, в особенности же ряд месторождений обособленных участков основных пород, отвечают, по видимому, несколько более древней фазе эруссии по сравнению с фазой розового гранита и связаны с процессом предшествовавшей дифференциации магматического очага. Однако, близкое сходство их с только что описанными продуктами ассимиляции, а также наличие ксенолитов в них позволяет также эти основные обособленные участки считать не вполне свободными от ассимиляционно-синтетических процессов. См. цитированное сочинение: Н. И. Безбородько. Кристаллические породы окр. Винницы и т. д., стр. 20.

² Аналитик — А. П. Вабко (Укр. Исслед. Геол. Инст.)

массы состоит из мелких 0,02-мм чешуек ярко плеохроитического хлоритового вещества и такой же мелко распыленной точечной массы полевого шпата. Много титанита величиною до 0,2 мм.

II. *Винница*, каменоломня № 4. Ксенолит пироксено-плагноклазового гнейса; равномерно зернист и мелкозернист, цвета темного до черного, сланцеват, состоит из плагиоклаза, пироксена, биотита, кварца, анатита, циркона.¹

III. *Сел. Котарницы*: 0,56 м к западу от села по дороге вдоль р. Буга. Черная сланцеватая при макроскопическом обзоре масса ксенолита лишь при максимальном увеличении микроскопа становится в большей части анизотропной, с кристаллобластическими зернами полевого шпата, округлыми и незаметно сливающимися своими контурами с общей, криптокристаллической с виду, массой. В других шлифах кристаллизация более заметна, однако, отчетливо видна также лишь при большом увеличении. Здесь внутри темной массы по-прежнему создаются округлые порфиробластические (величиною 0,2—0,8 мм в диаметре) зерна полевого шпата, изредка оконтуренные, вокруг которых как около центров радиально располагаются среди той же темной массы скелетоподобные, раздвоенные, частью двойниковые иглы полевых шпатов, длиною 0,05—0,1 мм. В этих же более кристаллизованных препаратах ясно заметны в большом количестве зерна пироксена, изредка идиобластические до 0,3 мм в диаметре. Тут же по-прежнему наблюдаются бесформенные мельчайшие точки железной руды, коричневые бесформенные чешуйки биотита, отчасти может быть, и мусковита. Наконец, в одном шлифе тех же ксенолитов, криптокристаллическая масса настолько равномерно заполнена порфиробластическими ядрами полевого шпата с радиальным окружением каждого ядра иглами плагиоклазов и обильным заполнением общей массы точечными кристаллами пироксена (лишь изредка до 0,01 мм в диаметре), что структура дает впечатление эффузивной породы. В конечном итоге, описываемая черная аспидно-сланцевая с виду криптокристаллическая порода снова может быть обозначена

¹ Подробно см. Н. П. Безбородько. Явления ассимиляции и пегматитового контактметаморфизма на Подолни. Изв. Уральск. Политехн. Инст., 1925, стр. 129.

в качестве пироксено-плагноклазового роговика, отвечающего также продукту метаморфизации древнейшей, вероятно, не магматической (осадочной карбонато-глинистой) породы.¹

Если обратиться теперь к вопросу о том, какое минералообразование внутри новообразующихся пород должно быть приурочено к материалу, отвечающему осадочным метаморфическим образованиям, то на основании уже сказанного, таким

¹ Явления ксенолитообразования, не замеченные раньше на Подолли смешивались и отождествлялись с разнообразными иными явлениями, главным образом, с продуктами давления или милолитообразования. Так: а) В. А. Сельский (Хим.-петр. исслед. гранитов окр. Гиввани, Под. губ. Ежег. по Геол. и Минерал. России, 1912, стр. 11) приурочивает, по видимому, к типу гранитных милолитов мелкозернистые темные включения внутри гранитов, каковые включения имеют следующий химический состав: $\text{SiO}_2 = 55,90$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,97$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 12,48$; $\text{CaO} = 4,86$; $\text{MgO} = 3,19$; $\text{K}_2\text{O} = 1,54$; $\text{Na}_2\text{O} = 1,01$. „Горообразующие процессы подвергли в отдельных местах граниты полному раздроблению, обусловив образование вышеописанных темных пород, образующих в гранитах как бы жилкообразные прослои“. Однако, из геологических данных, приводимых автором, следует, что им приняты были за милолиты многочисленные ксенолиты пироксено-плагноклазовых гнейсов, весьма развитые в каменоломнях Гиввани. — б) Так же точно жилные образования, описываемые В. П. Лучицким для Винницы (В. П. Лучицкий. К вопросу о протекании гранитов юга России. Зап. Общ. Естественн. Варш. Унив., 1910, стр. 5, протоколы: „жилы биотито-гиперстенового гранита в так называемых гранатовых гранитах близ г. Винницы, Под. губ.“), есть не что иное, как ксенолиты пироксено-плагноклазовых гнейсов внутри гранитов (ср. Н. П. Безбородько. Там же, Геол. Путев., фот. 4). — в) Еще того же автора: „эти породы (глинистые сланцы в докладе Н. П. Безбородько) представляют собою не что иное, как продукты дробления гиперстеново-биотитовых гранитов — милолиты“. (В. П. Лучицкий. II Всероссийский Геологический Съезд. Журнал „Научный Работник“, 1926 г., № 11, стр. 6). К этому должно добавить, что упоминаемые здесь как и в других моих работах, метаморфизованные глинистые сланцы, равно как и прочие ксенолиты, часто встречаются среди розовых гранитов, вовсе лишенных гиперстена и биотита.

Вообще говоря, явление динамического раздробления до частичного распыления эруптивных пород на Подолли и Волыни известны уже давно (ср. работу В. П. Тарасенко, 1899, Н. Н. Соболева и др.) и не подлежат сомнению; с другой стороны, мною впервые была отмечена „эруптивная брекчия“ как явление повсеместного значения для Подолли. „Эруптивная брекчия“ и „милолитообразование“ представляют тем самым совершенно независимые друг от друга явления; они могут и должны описываться независимо друг от друга и, наоборот, не должны смешиваться ошибочно в одно общее целое.

минералом является пироксен, отвечающий преимущественно гиперстенам и диопсидам. Об этих минералах и роли их в новообразующихся породах было сказано ранее. Должно добавить относительно диопсида, что этот минерал встречается лишь в породах, сохраняющих в значительной степени индивидуальные признаки поглощенной древнейшей породы как со стороны структурной и текстурной (гнейсовидной), так и со стороны основности минералогического состава. Тем самым диопсид служит иногда как бы индикатором для обособления пород эндоморфных от пород экзоморфных в отношении ассимиляционно-метаморфических процессов их возникновения.

Одним из характерных минералообразований для описываемой местности является антипертит, который в качестве новообразования также связан с ассимиляцией метаморфизованных пород. Антипертит встречается лишь в породах, кислотность которых не поднимается выше гиперстеновых грано-диоритов или кварцевых диоритов. Наоборот, в более кислых ассимиляционных фациях наблюдается пертит, который в качестве новообразования, противоположного антипертиту, мог бы быть отнесен предпочтительно за счет состава активной гранитной магмы. Оба минерала, пертит и антипертит, один в отношении другого могут рассматриваться в качестве антагонистов, встречающихся преимущественно в различных породах и на различных микроскопических плифах. Они своим присутствием как бы оттеняют состояние ассимиляционной среды, обладающей высокой способностью минералообразования, внутри которой легко создаются неустойчивые твердые растворы, распадающиеся при понижении температуры.

L'importance de l'assimilation pour la formation de quelques types de provinces pétrographiques.

par N. Bezborodiko.

Résumé

On peut affirmer, semble-t-il, que les tcharnokites-norites tendent à se former à l'aide des phénomènes d'assimilation et de syntectique.

En Ukraine, la série des tcharnokites-norites est considérablement développée en Podolie. Elle est étroitement liée avec le granit rose aplitoïdique. Ce dernier est exempt de minéraux foncés, mais très riche en xénolites, où l'on peut voir des restes de roches sédimentaires détruites (3-me et 9-me groupes de Grubenmann). Le granite assimile ces xénolites, perd sa teinte rose, acquiert le pyroxène et donne comme produits d'assimilation la tcharnokite, la diorite à quartz, la norite à quartz. La composition des xénolites, dont les analyses chimiques sont citées (p. 45), est proche de ce dernier type (norite à quartz).

Dans tous les produits résultant de l'assimilation et de la syntectique, on trouve le quartz. Pour déterminer l'acidité du magma il faut prendre en considération non seulement le SiO_2 de la composition chimique du granite, mais aussi le SiO_2 de la phase pneumatolitique et de la phase thermique-magmatique de l'évolution du magma (veines quartzzeuses, etc.).

L'article se borne à la caractéristique des roches basiques proches du granit rose et ne traite pas la série des portions séparées des roches basiques, qui correspondent à une phase de l'éruption un peu plus ancienne que la phase du granit rose et tiennent du processus précédant la différenciation du bassin magmatique. Cependant, leur proche ressemblance avec les produits de l'assimilation, de même que la présence des xénolites, permet de considérer ces portions basiques séparées comme non entièrement exemptes de l'action des phénomènes d'assimilation syntectique.

Источники Баргузина и их минеральные образования.

А. В. Николаева.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения Физико-Математических Наук 9 февраля 1927 года.)

Летом 1925 года Комиссией по изучению естественных производительных сил СССР мне дана была командировка со специальным заданием в Баргузинский район. Все внимание мое и средства были направлены на выполнение данной мне задачи, благодаря чему уделять время на более или менее подробное ознакомление с целым рядом чрезвычайно интересных объектов для изучения, как-то: горячих источников, месторождений глауберовой соли и т. д., приходилось очень мало, от двух до шести часов на каждый интересный пункт и редко больше. Невозможность достать перед поездкой горный компас, отсутствие термометров, посуды и пр., все это также в значительной степени умалит важность сделанной работы. Но все-таки, несмотря на все недостатки и недочеты в произведенной работе, я решаюсь выступить с печатанием своих наблюдений, так как в моей работе был такой момент, который позволил мне увидеть то, что не всегда удастся увидеть здесь другим исследователям в другое время. Этим, крайне благоприятным для работы, моментом был длительный период дождей, вызвавший необыкновенный подъем р. Баргузина. Явившийся следствием последнего разлив реки, едва только укладывавшийся в памяти очень старых местных жителей, с одной стороны, оказался источником ряда стихийных бедствий — гибели покосов, огородов, массы скота, — с другой, вскрыл одну из особенностей долины, о которой будет речь ниже, быть может, не вполне правильно понятую, но чрезвычайно интересную, заслуживающую описания и проверки.

А. Е. Ферсманом мне было дано приватное задание — собрать минералогическую коллекцию. Сделать что-либо

в этом направлении не удалось, так как взятый темп работы, не позволял останавливаться на более или менее продолжительный срок для минералогической работы там, где это казалось бы заслуживающим внимания (за сравнительно короткий срок нужно было осмотреть очень значительный район, что при плохих дорогах, к тому же еще испортившихся от дождей, не позволяло распоряжаться временем по своему усмотрению), а затем и потому, что работа была сосредоточена, главным образом, в долине р. Баргузина, вдали от гор, обнажений. В виду этого я оставил мысль о минералогической коллекции, сосредоточив все свое внимание на источниках Баргузинского района, более мне доступных. Но и здесь, как уже упоминалось, мне пришлось уделять на осмотр их очень немногие часы, так что и эти наблюдения полны, возможно, недочетов.

Баргузинский у. исключительно богат горячими и холодными минеральными источниками, но особенный интерес представляют здесь горячие источники, несомненно ювенильного происхождения, так как они связаны с определенными тектоническими линиями. Источники, как отметил В. К. Котульский, „располагаются по краям широких и глубоких долин-грабенов, в очевидной связи с крупными тектоническими линиями“.¹ Для Баргузинских источников указанный исследователь намечает две таких основных линии северо-восточно — юго-западного направления, совпадающих с северо-западными — юго-восточными границами баргузинского грабена, к которым и приурочиваются все известные доныне источники Баргузинского района.

Из пятнадцати известных мне по литературным данным и по рассказам местных жителей горячих источников (вернее групп источников, так как за редкими исключениями, как источник р. Гарги, мы встречаем не одиночные источники, а группы их, нередко вперемежку с холодными источниками) мне удалось побывать только на семи. Но из этих семи групп будут затронуты более или менее подробно не все, а только наиболее интересные из них, а именно: Гаргинский, Сеюйский, и Кучихырские источники, остальные же лишь постольку, поскольку это необходимо для общей картины. Кроме того,

¹ В. К. Котульский. Минеральные воды. Естественные производительные силы России. Пгр., 1917, т. IV, № 40, стр. 95.

в настоящем очерке впервые будут описаны горячие источники Кулинного болота.

Далее, как будет указано ниже, в тесной связи с горячими источниками находятся гуджирные озера баргузинской долины, а также многочисленные выцветы (солонцы), встречающиеся по обоим берегам р. Баргузина.

Для более удобного обзора источников р. Баргузина и ее окрестностей всех их можно разбить на несколько групп:

1. Источники, выходящие на дневную поверхность непосредственно из трещин в коренных породах: Уринские, Гаргинский, Аллинский.

2. Источники, выбивающиеся на дневную поверхность через более или менее мощные отложения долины р. Баргузина, долин притоков названной реки и береговых террас оз. Байкала: Толстихинский, Сеюйские, Змеиные и другие источники.

3. Источники, образовавшие более или менее крупные, частью заболоченные естественные бассейны: Кучихыр, Кулинные болота, Быстринский Аршан, вероятно — Умхей, 2-й Горячинский.

4. Горько-соленые озера, месторождения и выцветы гуджира (мирабилита, соды): Алгинские гуджирные месторождения, оз. Чаган-Нур и др.

Все эти группы источников имеют общую физиономию, связываясь друг с другом взаимными переходами.

Из источников первой группы более или менее подробно осмотреть удалось только Гаргинский источник. На Уро побывать не удалось из-за неблагоприятной погоды, совершенно отрезавшей источники от живого мира. Так же неудачен, и по той же причине, оказался осмотр Аллинских источников: как правобережные источники, подступ к которым и в обычное время возможен только со стороны левого берега реки, так и нижний левобережный были недоступны из-за вздувшейся от дождей реки. Верхний левобережный Аллинский источник, относящийся ко второй группе, будет упомянут в своем месте.

Горячие источники.

Гаргинский горячий источник, обслуживающий курорт того же наименования, — один из наиболее интересных уголков Баргузина. Расположенный в живописной долине р. Гарги, на

правом берегу ее, приблизительно в 12 км от бывшей фактории купцов Новомейских „Пудулук“ и в 15 км (по реке) от выхода реки в долину р. Баргузина у улуса Тунгены, на выочной приисковой дороге, носящей громкое название „тракта“, Гаргинский курорт вполне зависит от капризов дикой, беспокойной горной реки Гарги. Сравнительно небольшой дождь в верховьях реки — и она быстро вздувается, бурлит, сплошь и рядом несет деревья. Курорт в это время отрезан от своего жизненного нерва — Баргузинской долины. К счастью, как быстро река вздувается, так же быстро она и спадает. Но бывают случаи, как летом 1925 г., когда дожди шли непрерывно неделями, и Гарга распалилась не на шутку, отрезав обитателей курорта на целую неделю, если не больше, из-за чего и персоналу, обслуживающему курорт, и больным, захваченным врасплох подъемом воды, пришлось даже несколько дней поголодать.

Курорт в настоящее время оборудован более или менее удовлетворительно: построено новое ванное помещение с эмалированными (если не изменяет память) ваннами, приведено в относительный порядок помещение для приезжающих больных и пр. Курорт развивается, все больше и больше завоевывает симпатии местного населения, чему много содействует вдумчивое отношение к делу заведывающего Н. В. Бараша, стараниями которого курорт все более и более принимает культурный вид. К сожалению, средствами курорт совсем не богат и во многом не может удовлетворить своих пациентов, а между тем он является не только курортом, но и единственным лечебным пунктом на значительную округу.

Гаргинский источник посещался неоднократно, но более или менее полного его описания нет. В виду этого я привожу краткое описание его, которое, мне думается, даст несколько новых черт.

Источник бьет, как известно, в небольшой пади на правом берегу р. Гарги на уровне, приблизительно, 80—100 м над уровнем реки. Источник бьет, повидимому, из гранитной скалы, замаскированной с поверхности мощным слоем „накиши“ — известкового туфа темно-серого, почти черного цвета, пористого, с массой более или менее крупных включений белого и желтовато-белого цвета — более чистой углекислой извести. Встречаются иногда отдельные пятна такой чистой углекислой

известии более крупных размеров, в которых углекислая известь выделилась в виде радиально-лучистых, кристаллических агрегатов. Повидимому, воды источника первоначально были более обильны, чем в настоящее время, и спадали к реке мощным каскадом. Разливаясь по обширной поверхности гранитной скалы и представляя, следовательно, большую площадь испарения, воды источника, несмотря на свою относительную бедность составными частями, обогащались и выделяли значительное количество солей, главным образом, углекислой извести, образовавших настоящий мощный покров накипи.

Теперь процесс образования туфа, натсков, сталактитов и пр. идет в значительно меньшей степени, с одной стороны потому, что волей человека воды источника введены в русла, по которым вода стекает частью в охлаждающий резервуар-прудок, частью непосредственно к ванному помещению и далее, чем в значительной мере уменьшится поверхность испарения; с другой, и потому, несомненно, что первоначально воды источника были более богаты катионами и анионами, чем теперь, ибо воды были определенно более богаты газами, о чем свидетельствует сильная пористость накипи, а следовательно, обладали большей растворимостью. Но и ныне идет все-таки образование минеральных новообразований, которыми постепенно обрастают стенки искусственных желобков, по коим течет вода. Современные образования определенно более чисты по составу, что свидетельствует также об изменившемся характере минерализации воды.

Несмотря на высокую температуру воды (у выхода из отверстия в туфе 75°C) уже приблизительно в 5 м от выхода начинает развиваться органическая жизнь, в форме пурпурной водоросли (?), покрывающей берега канала в виде плотных студнеобразных масс от нежно-розового до желтого цвета. Особенно богато развитие этой водоросли, быть может, даже несколько видоизмененной, в охлаждающем прудке, в котором температура воды не превышает 40°C . Интересно также действие минеральной воды на деревянные желоба, в которых вода, очевидно, выщелачивает минеральные части их, вследствие чего поверхность желоба постепенно превращается в белую, тонко-волокнистую массу, силовую воды отрывающуюся и уносящуюся. Вследствие этого, деревянные желоба очень быстро изнашиваются. Действие воды на железные трубы, распределяющие воду

по ваннам, видеть не пришлось, так как они только недавно заменили бывшие ранее деревянные. Нужно думать, что действие это должно быть значительно, так как медные и серебряные монеты, которые бросаются набожными и суеверными бурятами в воду источника, довольно быстро чернеют и с течением времени нацело превращаются в сульфиды. В этом отношении охлаждающий воду источника прудок должен дать при чистке очень интересный материал.

При первом же взгляде на скалу, из которой вытекает источник, бросается в глаза террасовидная форма ее, особенно отчетливо наблюдаемая, если смотреть на скалу в профиль. Резко выявляются три таких террасы, из которых на нижней расположено неправильной формы отверстие, из которого и бьет в настоящее время источник. Ложе источника — горизонтальное и уходит вглубь (опять-таки горизонтально), неправильно извиваясь, при чем наружное значительное выходное отверстие с углублением быстро уменьшается. С помощью гибкого длинного прута удалось проникнуть в глубь хода приблизительно на 3—3,5 м, но это не было еще концом хода, началом естественного, первоначального выхода источника.

Повидимому, не так давно, быть может на нашей памяти выходов было два. Приблизительно в 1 м от выходного отверстия имеется другое, также значительных размеров, полузавалившееся, из которого вода уже не идет, но выделяются обильные горячие пары, резко пахнущие сероводородом, более резко, чем в главном выходе. Уровень ложа в этом выходе расположен несколько выше, чем уровень главного ложа. Чем вызвано было прекращение действия второго источника — не ясно. Возможно, что здесь мы встречаем как-будто довольно обычный факт для баргузинского района — ослабление термальной деятельности (Ивнинский, верхний левобережный Аллинский источники), проявляющейся в постепенном замирании ряда источников, охлаждении их и пр. Но, может быть, в данном случае, мы имеем выход воды не из двух грифонов, а из одного. Благодаря тому, что современный более мощный выход прорыл себе более глубокое ложе, он отъединился от своего второго выхода, соединив все воды в себе одном.

Несколько ниже от действующего устья по каменному ложу, около 3—4 м от него, мы встречаем еще одно отверстие небольших размеров, почти уже заросшее накипью. Возможно, что

мы видим здесь третье выходное отверстие источника, самостоятельное от первого, так как оно расположено значительно ниже него.

Вторая терраса расположена над первой приблизительно в 2 м. Присматриваясь ближе, мы и здесь видим три старые выходные отверстия, прекрасно сохранившиеся, что указывает как будто бы на три бывших здесь источника.

Наконец, еще выше мы видим горизонтальную площадку, имеющую довольно значительное воронкообразное углубление, служившее самым первоначальным выходом на дневную поверхность одного многоводного источника, воды которого, были, судя по мощности его отложений, более богаты солями, чем воды современного. Если судить по внешнему виду туфов, нужно думать, что именно воды, имевшие выход на этой площадке, образовали главную массу накипи. Довольно глубокая и широкая площадка на месте выхода источника дает основание предположить, что источник этот был чрезвычайно богат газами, выходящими, быть может, более или менее постоянно, но периодами с большой силой, взрывами, благодаря чему выходное отверстие и приняло воронкообразную форму, окаймленную отложениями туфа даже в сторону, прямо противоположную естественному стоку вод источника. Периодичность в выделении газов, хотя в несравненно меньшей степени, сохранилась и поныне: шум, слышимый внутри хода источника, то усиливается, то ослабевает; также и запах сероводорода то совершенно незаметен, то чувствуется очень резко.

Источник определенно сернистый, хотя запах сероводорода, в общем, очень слаб. Более ощутим сероводород на вкус. Серебряная монета, опущенная в воду источника, довольно быстро темнеет, с течением же времени совершенно разъедается. В солнечный день отчетливо видно, как вода источника газирует по выходе на дневную поверхность, поднимая в воздух массу мельчайших водяных брызг.

Температура воды держится постоянная, 75°C. Но, по видимому, эта температура не есть истинная, которую имеет источник при выходе из трещины в граните. Пробираясь от последней по извилистому и длинному ходу через туф, вода отдает значительное количество тепла на нагревание туфа, благодаря чему даже средняя площадка на своей поверхности нагрета весьма значительно. Зимой снег держится здесь только

в крутые сибирские морозы. Растительность (травяная), покрывающая туфовые отложения у источника, развивается значительно ранее, так что, например, земляника поспевает в конце мая месяца на полтора-два ранее, чем везде.

Грубо был проверен дебит источника, для чего водой наполнялось ведро у стока ее из жолобов в реку. Время наполнения отмечалось секундомером. Вода охлажденная, поступающая по трубе из охлаждающего прудка, наполняла ведро в: 8,2; 8,2; 8,3; 8,1; 8,1; 8,2; 8,2; 8,1; 8,2; 7,9 сек., т.е. в среднем ведро наполнялось в 8,1 сек., или 7,407 ведра в минуту; в сутки—10.665 ведер, или 131,173 *кл.*

Вода, поступающая непосредственно из источника для ванн, горячая, наполняла ведро в: 7,0; 7,1; 7,0; 6,9; 6,9; 6,9; 6,8; 6,9; 6,9; 6,9 сек.; в среднем наполнение ведра происходило в 6,9 сек. или 8,695 ведра в минуту; в сутки—12.520 ведер, или 153,989 *кл.*

Общее же количество воды, подаваемой обеими трубами, отвечающее дебиту источника— $10.665 + 12.520 = 23.185$ ведер, или 285,162 *кл.* в сутки.

По последним данным В. К. Котульского, дебит источника около 614,970 *кл.* (50.000 ведер) в сутки,¹ т.е. дебит воды источника за короткое время значительно уменьшился, явление, повидимому, общее для целого ряда источников Баргузина.

В 7—8 *км.* выше источника (по реке) в одной из небольших падей на левом берегу р. Гарги заведующим курортом Н. В. Барашем были найдены мощные отложения накипи, по внешнему виду совершенно подобные описанным у настоящего источника. Бывший там источник теперь уже не работает. Причина этого неясна. Быть может, угасание его произошло вследствие общего понижения термальной деятельности, признаки которого мы видим всюду в районе Баргузина, но возможно, что во время одного из внутренних нарушений, проявляющихся в форме многочисленных и иногда сильных землетрясений, более или менее крупных сбросовых явлений „Провал“ в дельте р. Селенги, сброс у Усть-Баргузина²—произошло перемещение источника с одного берега на другой. В связи

¹ В. К. Котульский. *Op. cit.*, стр. 96.

² Сообщение покойного горного инженера В. Д. Рязанова, разрешенное к опубликованию.

с этим небезынтересно, мне думается, кратко описать небольшое землетрясение, наблюдавшееся мною, когда я был на Гаргинском курорте, 27 июля 1925 г., утром. В момент землетрясения я сидел в квартире Н. В. Бараша таким образом, что источник находился у меня сзади, несколько справа. Около 8 часов утра раздался сильный, резкий звук, на подобие выстрела из охотничьего ружья большого калибра. Звук слышался как бы со стороны источника и сопровождался небольшим толчком снизу вверх, а не горизонтальным толчком, каким обычно сопровождаются землетрясения в Баргузинской долине, настолько небольшим, что первоначально на него ни я, ни Н. В. Бараш не обратили внимания. Последний даже предположил, что это выстрелил сторож (охотник), и пошел узнать причину стрельбы. Оказалось, что сторож, живший в строении, расположенном приблизительно на продольной оси пади, в которой бьет источник, не только не стрелял, но и сам был несколько напуган раздавшимся звуком, так как при этом его подбросило вместе с кроватью, на которой он лежал. Стало очевидно, что это было небольшое землетрясение, эпицентр которого находился здесь же, в районе курорта.

Быть может в связи с такими внутренними передвижениями находится и другое явление, наблюдаемое в районе Гаргинского курорта. Явление это, за отсутствием свободного времени и необходимых приборов, проверено мною не было, но оно не невероятно и настолько оригинально, что заслуживает описания. Последнее дается со слов Н. В. Бараша.

В 500—750 м от горячего источника ниже по реке, на правом берегу последней, находится сенокосный участок, которым пользуется в настоящее время Н. В. Бараш. Участок этот небольшой, около одного гектара, и расположен на невысокой береговой террасе. В нижней части этой площадки (по реке) у размытой террасы бьет холодный, по видимому, железистый источник. Вся площадка окружена лесом и кустарником. Особенность этой площадки заключается в том, что зимой, как только повышается температура воздуха, снег здесь тает, тогда как везде кругом он лежит мощным слоем. Случается это иногда несколько раз в течение зимнего сезона. Особенно резко заметно это к весне, когда здесь не только снег тает раньше, но и растительность оживает раньше и развивается быстрее, чем где-либо в окрестностях, даже у горячего источника. Не есть ли

это результат тех же внутренних передвижений, открывших здесь путь горячим газовым эманациям, которые, просачиваясь через почву, нагревают ее?

Несмотря на свою более чем 150-летнюю известность, неоднократную посещаемость рядом исследователей и туристов, несмотря на многолетнее пользование водами источника как целителя недугов—притом целителя весьма серьезного—первоначально под руководством и по рецептам бурятских лам, а в течение последних лет и в более или менее культурных условиях, под наблюдением опытных врачей—источник этот во всех отношениях остался почти неисследованным. Химических анализов его имеется за все время только два, которые я и позволю себе привести здесь для сравнения, но только не в той форме, как они приведены были в литературе, т.е. в форме окисей металлов и ангидридов кислот, а в форме принятой для анализов вод в настоящее время—в форме анионов и катионов.

Т а б л и ц а I.

	Анализ Иркутской Золотославочной Лаборатории		Анализ Н. Барабошкина	
Сухой остаток	-		0,9974	
Нерастворимый в HCl	0,0378		}	0,0737
Растворимый	0,1008			
Органические вещества	0,1823		}	0,0018
Al ₂ O ₃	0,0814			
Fe ₂ O ₃	—			
Fe ⁺⁺	0,0898	3,0440	—	
Ca ⁺⁺	0,1257	6,2693	0,0191	0,9526
Mg ⁺⁺	0,0024	0,1970	0,0006	0,0492
K ⁺	—		0,0080	0,2046
		0,4000		12,4478
Na ⁺	0,0092	Σ=9,9103	0,2863	Σ=13,6542
So ₄ ^{''}	0,0170	0,3539	0,4218	8,7820
Cl [']	0,0135	0,3807	0,0473	1,3343
HCO ₃ ['] (связанн.)	0,2795	4,5820	0,1330	2,1803
		Σ=5,3166		Σ=12,2966
	0,9289		0,9916	

Первый анализ принадлежит Иркутской Золотосплавочной лаборатории,¹ второй, произведенный горным инженером Н. Барабошкиным, заимствован у В. К. Котульского.²

В первом столбце каждого анализа мы имеем цифры анализа, перечисленные на анионы и катионы, а во втором — перечисление последних на миллиграмм-ион-эквиваленты. Не входя в обсуждение самих цифр анализа, могущих вызвать те или иные сомнения и недоуменные вопросы, обратим только внимание на коренное различие в составе воды, анализированной с промежутком в каких-нибудь 20 лет.

Особенно резко это различие видно в приводимой ниже таблице II, в которой цифры анализов приведены в процентном отношении к сухому остатку.

По первому анализу мы имеем дело с карбонатным источником, по второму — исключительно с сульфатным. Расхождение настолько существенно, что невольно возникает мысль, что мы имеем здесь дело с анализами воды из двух совершенно разнородных источников, так как, если бы и могла произойти какая-либо аналитическая ошибка, то не в такой искажающей

Таблица II.

	Анализ Иркутской Золотосплавочной, Лаборатории	Анализ Н. Барабошкина
SiO ₂	14,84	7,41
Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	22,27*	0,18
Ca	13,46	1,92
Mg	0,26	0,06
K	—	0,08
Na	0,99	28,78
SO ₄ '	1,82	42,40
Cl'	1,45	4,76
HCO ₃ '	29,93	13,37
Органические вец.	19,52	—

* Для удобства сравнения катион Fe' переведен в окисную форму. Соответственно изменена и сумма сухого остатка анализа.

¹ Из отчетов об анализах Иркутской Золотосплавочной Лаборатории с 1886 по 1898 гг. Приводится по И. Вагашеву. Минеральные источники Забайкалья. Москва, 1905, стр. 79.

² Op. cit., стр. 95.

результаты форме. Какой из них принадлежит Гаргинскому горячему источнику — в настоящий момент, без производства нового анализа, решить трудно, но думается, что анализ, произведенный Н. Барабошкиным, ближе к действительности, так как: 1) проба была взята лично В. К. Котульским и передана Н. Барабошкину для анализа, тогда как происхождение пробы воды, анализированной Иркутской Золотосплавочной Лабораторией не вполне известно¹ и 2) за него говорят отложения туфа и полное отсутствие отложений железистых осадков, что несомненно происходило бы при таком значительном содержании в воде Fe^{+} (9,62% к сухому остатку, в виде Fe_2O_3 —18,61%). Не есть ли анализ Иркутской Золотосплавочной Лаборатории анализ воды из холодного железистого источника на р. Гарге, о котором упоминалось выше, тем более, что в составе воды указывается 19,52% от сухого остатка органических веществ, примесь которых к воде обусловилась, очевидно, окружающей источник заболоченностью.

Значительный интерес представляют туфовые отложения источника. Везде в литературе об этом источнике указывается на мощность этих отложений, упоминаю об этом и я, но впечатление мощности произвело на меня пространственное распространение этих туфов в отношении к грифону источника; утверждать о значительной толщине этих отложений без промеров — трудно, иного же критерия для суждения о мощности здесь нет. Образец туфа для исследования был взят мною в средней части туфового покрова, у жолоба, по которому протекает источник, таким образом, что захватывается и глубинная и поверхностная части отложений. Анализу подвергалась часть образца, отвечающая более глубоким, следовательно более старым отложениям.

Взятый образец туфа темно-серого, почти черного цвета, ясно крупно-кристаллического сложения. Сильно порист, причем величина пор весьма разнообразна, доходя местами до 1,5—2 см в диаметре, округленной формы. Полости этих пор выполнены белыми или желтовато-серовато-белыми отложениями углекислой извести, но не ясно кристаллическими или плотными,

¹ Вода доставлена окружным инспектором Западно-Забайкальского горного округа (И. Багашев. *Op. cit.*, стр. 79), но взята ли вода непосредственно инспектором или попала к нему, как официально лицу, от третьего лица, что вернее, — неизвестно.

а чешуйчатыми, отдельными скорлупками, располагающимися слоями параллельно стенкам полости.

Результат анализа туфа приведен в табл. III, при чем в первой графе дан анализ туфа, произведенный Н. Барабошкиным,¹ во II — А. Николаевым:

Таблица III.

	I	II
SiO ₂	1,38	4,28
TiO ₂	—	сл.
Al ₂ O ₃	0,53	0,20
Fe ₂ O ₃	0,11	1,41
MnO+MnO ₂	2,78	1,57
CaO	53,29	50,63
MgO	0,03	0,06
BaO	0,597 *	сл.
K ₂ O	—	0,03
Na ₂ O	—	0,17
Li ₂ O	—	} нет**
Rb ₂ O	—	
Ag	—	} нет***
Au	—	
S	—	0,28
SO ₃	0,154	0,33
Cl	—	сл.
CO ₂	41,29	39,36
H ₂ O (гигр.)	—	0,70
H ₂ O >100°	—	0,36
Органические вещества	—	сл.
Σ =	—	99,36

* В анализе Н. Барабошкина 0,597% BaSO₄; отсюда BaO—0,392% и соответственно увеличивается количество SO₃ до 0,359%.

** Определение Li₂O и Rb₂O—спектроскопическое, произведено совместно с Ю. В. Морачевским.

*** Определения произведено К. И. Аргентовым.

¹ В. Котульский. Ор. cit., стр. 95.

Марганец находится исключительно в виде перекиси (MnO_2), но, по видимому, в состав основного карбоната туфа входит в виде закиси (MnO).

Недостаток до 100% нужно отнести за счет неопределенных Cu и Zn , констатированных только качественно. Если отнести всю серу (0,28%) к сульфиду, входящему в состав Гаргинского туфа (анализ см. ниже), то получим на металлы этого сульфида (Cu, Fe, Mn, Zn) — 0,58%, что даст в общем сумму 99,94%. Вычтя отсюда избыток кислорода в анализе, приходящийся на 0,08% Fe сульфида (все железо определено в форме окиси), т.-е. 0,03% O , и на 0,02% Mn —0,01% O , получим в конце концов сумму анализа 99,90%.

Как видим в этих анализах, отличие в составе туфа весьма существенное, хотя подвергнувшиеся анализу пробы происходят несомненно от вод одного источника, но принадлежат к образованиям весьма различным по времени, где периоды образования туфа измеряются не десятками лет, а неизмеримо большими промежутками. Нужно думать, что образования туфа, анализированные Н. Барабошкиным, как более чистые, относятся к более позднему периоду существования источника, когда он уже не был так богат газами, а следовательно — и солями. Интересно необыкновенное богатство туфа марганцем, который совершенно не указывается Н. Барабошкиным в анализе воды источника. Между тем в новейших исследованиях вод Забайкальских источников присутствие марганца констатируется всюду, указывая на обычность этого элемента в Забайкальских водах. В солевых выцветах Баргузинской долины и в грязях Кулинного болота марганец, хотя бы и в виде следов, также встречается всегда (см. ниже).

Таким образом состав туфа представляется нам в следующем виде:

слабо доломитизированный кальцит	91,35%
гипс	0,55 „
сульфид	0,75 „
перекись марганца	1,55 „
магнетит, титано-магнетит и окислы железа . . .	1,30 „
кварц, опал, зеленатоватая слюда и пр.	4,50 „

каковой состав качественно подтверждается и макроскопическим анализом.

Путем последовательной обработки туфа уксусной, щавелевой и очень слабой соляной кислотами удалось выделить смесь кварцевых и опаловых зерен с тяжелыми, черного цвета зернами неоднородного состава, так как часть их (небольшая) извлекается магнитом (магнетит и титано-магнетит?), не поддаваясь или почти не поддаваясь действию азотной и соляной (1:1) кислот, и не магнитной, гораздо большей части черных зерен, легко разлагающихся в азотной и соляной (1:1) кислотах, причем при разложении последней чувствуется запах сероводорода. Зерна минерала смоляно-черного цвета дают бурую черту и порошок бурого цвета. Излом раковистый, блеск жирный. Ясно видна отчетливая спайность. Химический состав смешанного порошка (анализ А. В. Николаева):

Таблица IV.

	I	II	III
Нерастворимый остаток	63,16	—	—
Pb	сл.	—	—
Cu	0,08	0,0013	0,24
Cd	нет	—	—
Fe	3,08	0,0551	9,33
Mn	0,13	0,0024	0,39
Zn	18,70	0,2859	56,65
CaO	1,71	0,0305	—
MgO	нет	—	—
CO ₂	1,34	0,0318	—
S	11,02	0,3438	33,39
H ₂ O	0,56	—	—
Σ	99,78		100,00

I. Анализ порошка, полученного путем последовательной обработки кислотами.

II. Молекулярные отношения.

III. Цифры анализа (I), перечисленные на чистый сульфид (без SiO₂ карбоната и H₂O).

Таким образом, мы имеем здесь смесь из:

нерастворимого остатка (кварц, опал, магнетит и т. д.) 63,72%
цинковой обманки 33,01,
кальцита 3,05,

В третьей графе цифры анализа цинковой обманки приведены к 100. По количеству железа (отношение $Zn : Fe = 6,07 : 1,00$) цинковая обманка Гаргинского туфа может быть отнесена к разностям ее, богатым железом, т.е. к *марматиту*.

Неправильные матовые зерна кварца, величина которых достигает временами 1—2 мм в поперечнике, составляют довольно значительную примесь к туфу. Еще чаще встречаются в нем хлопья и зерна опала (качественная проба на воду дала положительный результат), отношение которых к массе карбоната на имевшихся двух шлифах установить не удалось. Перекись марганца в виде более или менее крупных бурых пятен и скоплений заполняет промежутки между кристаллическими неделимыми углекислой извести, проникает в последнюю по мельчайшим трещинам и по плоскостям спайности, заполняя таким образом местами все неделимое и всецело его маскируя. В массе туфа без определенной ориентации встречаются отдельные неправильные минеральные тела черного цвета, совершенно не отличимые друг от друга. Только макроскопически можно произвести их разделение на магнитную (меньшую) и не магнитную (большую) часть (см. выше). Судя по присутствию TiO_2 (правда, в форме следов, но и количество самого вещества в общем ничтожно) нужно думать, что в магнитную часть входит отчасти титаномагнетит. Зеленоватого цвета слюда встречена в виде 2—3 ничтожного размера блесток, уловленных в массе концентрата (после обработки туфа кислотами) при рассматривании в бивокулярную луну. Характер рудных частиц, кварца и слюды дает возможность предположить о механическом выносе их водами источника с некоторой глубины, предположении вполне вероятном, если признать правильным допущение, что Гаргинский источник был некогда (и, быть может, сравнительно не так давно) более мощным, чем теперь. И в настоящее время, повидимому, механическое действие вод источника имеется налицо, так как в ложе источника у выхода его из трещины наблюдаются значительные скопления песка. Является ли этот последний результатом размывания пород (напр., самого туфа) или выноса водами с глубины — сказать трудно, так как, как указывалось выше, истинный выход источника на дневную поверхность далеко скрыт от нас туфовыми отложениями.

В массе туфа встречаются отдельные более или менее крупные пустоты, заполненные крупно-кристаллическим, радиально-лучистого строения карбонатом розовато-белого цвета; структура выполняющей массы концентрически-слоистая, свидетельствующая о позднейшем выполнении пустоты карбонатом, благодаря просачиванию растворов через пористую массу туфов. Последним и объясняется чистота выполняющего вещества по сравнению с окружающей его массой туфа. Химический состав карбоната (анализ А. В. Николаева):

Таблица V.

	В %/о	Отвечает составу из:	
FeO	0,50	FeCO ₃	0,81
MnO	0,82	MnCO ₃	1,32
CaO	54,80	CaCO ₃	97,68
MgO	сл.	MgCO ₃	—
		Σ	99,81

Другие источники этой же группы, т.-е. выходящие непосредственно из трещин скал, которых осмотреть, к сожалению, не удалось, согласно литературным данным имеют следующие температуры воды:

Аллинский источник левобережный	61,5°С
" " правобережный первый	71,5° "
" " " второй?	(не выносит рука)
Уринский источник	72,3° "
Могойский: 1 грифон	74,5° "
" 2 " 	66,7° "
" 3 " 	73,6° "

Итак, все эти источники характеризуются очень высокой температурой. Там, где температура спускается ниже 60—70° С. нужно искать причину этого в охлаждении ювенильных вод вадозными. Это, может быть, имеет место во втором Могойском грифоне и, несомненно, — в большинстве Уринских источников температура в которых по И. Лопатину¹ колеблется от 14,5°

¹ И. А. Лопатин. Дневник Витимской Экспедиции 1865 года, обработка Б. К. Шелеповым. Зап. Русск. Географ. О-ва. СПб., 1895, XXVIII, 2.

до 57,5°C и которые, следовательно, должны быть отнесены к источникам второй группы. Но среди Уринских источников И. Лопатиным указывается один самый горячий, над которым стоит ванное помещение, температура в котором им не измерена. По показаниям местных жителей вода этого источника настолько высока, что в нем варятся яйца. А. Белов указывает для этого источника температуру в 72,3°C.¹

В этих, возможно, охлажденных вадозными, ювенильных водах мы видим переход ко второй группе наших источников, которые расположены преимущественно в пониженных местах Баргузинского района. Непосредственный выход их обычно скрыт более или менее мощными речными и др. отложениями, так что источники эти выбиваются на дневную поверхность одним или несколькими грифонами через этот прикрывающий их галечный или песчано-глинистый слой. В виду такого своего положения воды этих источников должны в большей или меньшей степени подвергаться охлаждающему и опресняющему действию вадозных вод. К сожалению, все эти источники не изучены не только систематически, большинство их не изучено совершенно, так что мы не имеем никакого представления о действии на них вадозных вод. Неизвестно это даже для Горячинского минерального источника, на котором основан один из крупнейших и старейших в Забайкальи курортов всеобщего значения.

Температура воды в источниках этой группы следующая:

Уринские источники (большинство)	14,5° до 57,5°C.
Горячинский минеральный источник	54,4°C.
Змеиный " "	38,5° до 39,0°C.
Сеюйский " "	47,5° до 52,5°C.
Толстихинский " "	32°C.
Аллинский левобережный верхний	52,5°C.

Из названных источников не удалось осмотреть Уринские и Толстихинский источники; последний доступен для исследования только ранней весной, находясь остальное время под водой.

¹ А. Белов. Изв. Иисл. Инст. Сибир. Томск, 1921, № 3, стр. 45; В. И. Вернадский. Опыт Описат. Минер. Пгр., 1922, т. II, вын. 2, стр. 223.

Наиболее интересными из осмотренных источников второй группы оказались *Сеюйские* источники, но недостаток времени, средств и ряд других неблагоприятных условий не дал возможности подробнее ознакомиться с ними.

Попасть на Сеюйский курорт, в настоящее время не функционирующий, было не так просто. Исключительно дождливое лето 1925 г. превратило не только самые небольшие речки, легко переходимые в брод, но и в обычное время сухие русла горных речек, как р. Кулук, в бунующие потоки, несущие массу камней, ила и даже — деревья. То же случилось и с реками Хахархай и Сею, которые лежат на пути к Сеюйским источникам. Ил, вынесенный с гор дождевыми водами, вместе с песком оседает на дно, образуя более или менее мощный слой донных отложений, постепенно передвигающихся вниз по течению реки и образующих волнистую поверхность, весьма сходную с таковой движущихся дюн, почему с полным правом такие подводные речные образования могут быть названы подводными дюнами. Местное название таких песчано-иловатых речных отложений — „хуры“. Крайне неприятное свойство последних — способность к засасыванию, которое иногда бывает настолько сильно, что может послужить причиной гибели доверившегося им путника, так как в борьбе с „хуром“ можно очень быстро обессилеть. На время мысль о переправе через такую речку приходится оставить, если только не представляется возможности избрать другой способ — выждать, пока „хур“ не уплотнится. После этого бродовая переправа через реку устанавливается очень своеобразным способом, основанным на том, что при нарушении сцепления между частицами песка и связывающего его ила, последний, как более легкий, сносится вниз быстрым течением реки, песок же оседает, образуя плотное, не вязкое дно. Это свойство чисто инстинктивно было схвачено местным населением и применено для борьбы с „хуром“. По последнему человек сначала переходит раза два-три в брод с большим трудом, затем — легче, после чего переезжает по образовавшейся борозде верхом на лошади, также несколько раз. После этого можно уже спокойно ехать на телеге, тогда как незадолго перед тем в этом месте можно было бы легко утопить не только вычужную, но и свободную ото всего лошадь. Но и здесь существуют известные пределы. При мощности „хура“ более 0,5—0,75 м, в зависимости от минерального его состава, тако

„хур“ недоступен, и приходится ждать спада воды, которая верхней волной постепенно размывает его. С такими „хурами“ мне пришлось столкнуться при поездке на Сеюйские источники и потерять много энергии и времени на бесплодные попытки перебраться через них. Только через 7—8 дней после первой попытки, с большим трудом, все-таки удалось добраться до источников.

Источники р. Сею расположены, на правом берегу ее, непосредственно у подножия береговой террасы. Еще по дороге к источникам от улуса-летника Улюнкана (если не ошибаюсь) дорога, ведущая прекрасным бором, постепенно поднимается и, не доезжая 200—250 м до переправы через р. Хахархай, заканчивается резким обрывом в долину этой реки. Далее дорога вскоре за рекой пересекает снова неширокую возвышенность, которая переходит в долину р. Сею. Закапчивается долина Сею указанной выше береговой террасой. Очевидно, мы имеем здесь сбросы и горячие источники, выходящие у береговой террасы, приуроченные именно к Сеюйской сбросовой трещине, идущей параллельно Сеюйскому хребту, замыкающему северо-восточный конец собственно Баргузинской долины.

Один из источников, именно одиночный, бьющий непосредственно у террасы, повидному, уже иссякает, давая едва заметную струйку горячей воды, которая узким проточком входит в большой бассейн, возможно, искусственный, со дна которого бьет целый ряд грифонов. Установить здесь точно количество грифонов довольно трудно, даже и по выходам сопровождающих их газовых струй, так как покрывающие дно бассейна гальки разбивают струи на ряд мелких, образующих таким образом отдельные поля, нередко соединяющиеся друг с другом настолько тесно, что не могут быть разграничены. Благодаря этому почти все озерко, площадью около 100 кв. м, как бы кипит. Внимательно приглядываясь к струям можно все-таки несколько обособить их, разбить на 3—4 отдельные группы, расположенные по линии, приблизительно параллельной береговой террасе. Глубина бассейна 1—1,5 м.

Бассейн имеет очень примитивно устроенную плотинку, в которой сделан сток, направляющий воду по деревянному жолобу к ванному зданию в количествах, вряд ли уступающих Гаргинскому источнику. Обилие построек и сравнительное благоустройство курорта указывают на значительную посещаемость

источника, на веру в его целебность. В настоящее время курорт приходит в упадок, так как в течение последних лет он никем не посещается.¹ Сейчас здесь царит буйная растительность, сквозь которую едва можно пробраться к источникам, да тучи изголодавшихся комаров, с остервенением бросающихся на все живое. Ни поэтический уголок глухой тайги, в которой расположен курорт на самом берегу красивой, но вероломной горной речки; ни вид на небольшое, но необычайно красивое озерко-бассейн с минеральной водой, как бы кипящей от массы выходящего со дна озерка газа; ни поразительно красивое дно этого озерка, с прихотливой игрой цветов благодаря постоянно движущейся под влиянием газовых струй воде, — ничто это не в состоянии искупить того гнетущего чувства, которое овладевает вами, когда на вас нападают целые полчища комаров. Волей-неволей затрачиваешь минимум времени нужного для работы.

Несмотря на свою давнюю известность, минеральная вода, Сеюйских источников совершенно не исследована ни химически, ни бальнеологически. Источники сероводородные, но запах слышен слабо. Несмотря на противный привкус, вызываемый растворенным в воде — в небольших, видимо, количествах — сероводородом, она пьется легко, с удовольствием. Вкус слабо со-

¹ Бурят-Монгольским Совнаркомом был издан декрет, которым категорически воспрещалось пользование многочисленными курортами Республики, если на таковых не имеется узаконенного медицинского контроля. Этот декретом свелась совершенно на-нег роль лам как врачей-лечителей человеческих недугов. Благодаря их невежеству, источники Баргузинской долины, которые, если не все, то большинство, были целебны, являлись в действительности рассадниками заразы и приносили не столько пользы, сколько вреда. Помимо крайне негигиеничного оборудования этих курортов, в примитивных каптажных устройствах накапливалась невероятного вида и запаха грязь от многих перебивавших здесь пациентов с самыми различными болезнями, — а ведь вода, накапливавшаяся в деревянных срубках-ваннах, шла не только для наружного, но нередко и для внутреннего употребления! — Здесь, кроме этого, в одной и той же ванне нередко встречались невероятные комбинации больных — например, ревматик, паралитик, сифилитик и прокаженный. Ясно отсюда, каковы последствиями явился названный декрет для населения, хотя эта истина до сих пор усвоена далеко не всеми. Несмотря на декрет и на возможные неприятные последствия в случае его невыполнения, многие, повидимому, источниками пользуются контрабандным путем, за чем уследить чрезвычайно трудно за удаленностью и, сплошь и рядом, трудной доступностью источников.

лоноватый, совершенно негорький. Минерализация воды, судя по едва заметным выцветам на дне озера, очень слабая. В. К. Котульский¹ указывает для воды Сеюйского источника 0,3730 г сухого остатка, из которого приходится на

SiO ₂	0,0587	
SO ₄ "	0,0677	/ SO ₃ — 0,0564 /
Cl'	0,0122	

Температура источников (точнее — бассейнов, образуемых источниками). — 47,5° и 52,5°С. Дебит воды не определялся, но очень значителен. Соответственным устройством каптажа, быть может, возможно повысить температуру источников и значительно повысить ее минерализацию, очевидно сильно понижшую вадозными водами.

Хотя ил, покрывающий дно бассейна, сильно насыщен газами, в чем легко убедиться, потрогав его палкой, но количество ила настолько в общем мало и он настолько груб, особенно благодаря подмеси галечника, что не может быть использован в лечебных целях. В этом отношении, быть может даст что-либо интересное обширное болото, расположенное ниже источников, за ванным зданием. В болоте этом, в значительной степени питаемом водами указавных горячих источников, несомненно должна была развиваться бактериальная жизнь, столь обычная в подобных условиях, в результате чего должно идти обогащение как солями, так и газами.

Замечается вполне определенно периодичность в действии отдельных газовых полей: когда работает одно газовое поле, деятельность другого прекращается, и наоборот. Бывает, что в одном газовом поле сильно работает одна часть поля, тогда как в другой значительно ослабевает или совсем прекращается. Ворошение палкой ила в одном определенном поле вызывает обильное (иногда бурное) выделение более или менее крупных пузырей газа, после чего интенсивность естественного отделения газа на вид несколько не уменьшается (см. ниже Кучихыр).

Мне думается, что Сеюйские источники, обладающие значительным дебитом минеральной воды, могущие обслужить этот

¹ В. К. Котульский. Маршрутные исследования в Баргузинском округе в 1910 г. Геологические исследования в золотоносных областях Сибири. Ленский золотоносный район. Вып. VIII, стр. 55 — 56. Определения сделаны Н. Н. Барабоскиным.

хотя и глухой, но все более и более заселяющийся в последнее время уголок Баргузинской долины, источники, пользующиеся определенной известностью и симпатиями местного населения, наконец, как редкое исключение среди источников, не находящихся под врачебным контролем — благодаря своему счастливому расположению совершенно незагрязненные, дающие, можно сказать, идеально чистую воду — эти источники заслуживают самого серьезного внимания Бурят-Монгольского Наркомадрава и должны быть тщательно и всесторонне обследованы, тем более что из массы горячих источников Республики благодаря своей отдаленности, недоступности, слабому дебиту и пр., только очень немногие могут быть использованы для лечебных целей. Благодаря закрытию Кучихырских источников, огромный район, пользовавшийся их услугами, остался без курорта. Между тем, в силу бытовых условий, местное население весьма нуждается в курортном лечении, к которому оно, надо сказать, и привыкло. Поэтому часто, не взирая на все запретительные декреты, хоть и с опаской, но население пользуется курортами, к которым оно привыкло, в которые верит, при чем, за отсутствием врачебного персонала — к несчастью, весьма малочисленного в этом медвежьем уголке — пользуется указаниями все тех же невежественных лам. Методы же лечения последних и забавны и в то же время ужасны. . .

Аллинский левобережный верхний источник, на котором был устроен курорт, пользовавшийся большой известностью среди баргузинского населения, в настоящее время почти не существует. Из валунной россыпи современной речной террасы выбивается на дневную поверхность едва-едва заметный источник, дебит которого может быть определен количеством максимум в 200 — 250 л в сутки. Вода — чуть теплая, не выше 20 С. Выделения какого-либо газа не заметно, не слышно и запаха сероводорода. „Накипей“ и солевых выцветов у источника нет. Вода в ванном помещении совершенно холодная. Вмучиваемая в разных пунктах ванны на естественном дне ее илистая почва почти совершенно не дает газа: чрезвычайно редко отделяющиеся пузырьки газа ничем не пахнут. Источник потухающий.

Немногим богаче по дебиту источники *Земной бутылки* в Чивыркуйском заливе. Здесь на северном берегу залива по линии приблизительно NW — SO находится пять источников, из которых

только два имеют заметный дебит, тогда как остальные едва-едва только сочатся. Запах сероводорода довольно резкий, но общее газоотделение ничтожно. В выделении газа наблюдается определенная периодичность. Температура воды:

в 1-м источнике от Змеиного мыса	39°C
во 2-м " " " "	38,5°C

Три источника из группы Змеиных определенно замирающие. Дебит первых двух (от Змеиного мыса) также, повидимому, значительно уменьшился, о чем можно судить по сточным канавкам, которыми вода отводится в залив.

Значительный практический интерес представляет *Толстихинский* источник, доступный, к сожалению, только ранней весной. В это время большинство жителей г. Баргузинца и масса крестьянства из ближайших селений едут к источнику за водой, применяемой более всего и, как говорят, с большим успехом при лечении, главным образом, кожных болезней. Как это ни странно, источник, расположенный около 3—4 км от города, имевшего всегда ряд представителей медицинского мира, которые могли бы и должны бы были проверить целебные свойства этого источника и обследовать его детально, до сих пор не исследован совершенно.

Большой интерес, и научный и практический, представляют источники, условно отнесенные мною к третьей группе, отличающейся от предыдущей только тем, что один или несколько источников в силу тех или иных причин были лишены естественного стока, благодаря чему образовались сначала озера, с течением времени превратившиеся в более или менее заболоченные пространства.

К этой группе могут быть отнесены источники:

озера на р. Быстрой (Баргузинский Аршан) с температурой	28°C
" у Курумканского перевоза	?
озер Кулинных болот	20 — 39,5°C
" Кучихыра	40,3°C
" Умхей	46,1°C, и т. д.

В Толстихинском источнике мы видим переход от второй к третьей группе источников, из которых Быстринское озеро (Баргузинский Аршан), расположенное на одаом из островов

между двумя рукавами р. Баргузина, на левом берегу протока Быстрого, наиболее близок к названному источнику. Озеро довольно подробно описано у И. Лопатина.¹ Это небольшое, в 20 — 25 м диаметром озеро совершенно круглой формы окружено со всех сторон камышами и болотом. При передвижении по последним из-под ног слышится резкий запах сероводорода усиливающийся с приближением к озеру. Массового выделения газов, указываемого для озера („озеро как-бы кипит“) в настоящее время уже нет. Видно несколько периодически бьющих газовых струй малого дебита, из которых только в одной газ идет более или менее постоянно, с редкой и едва заметной пульсацией. В остальных же струях периоды перерыва достигают временами 2—3 и даже более минут. Газовые струи носят определенно правильное расположение, отвечающее двум линиям северо-западного — юго-восточного направления. Согласно этим струям нужно думать, что источников, питающих озеро, несколько. По сообщению фельдшера с. Курумкан П. К. Саункина, источник, бьющий у юго-западного берега озера имеет температуру 28°С у своего выхода, тогда как температура воды озера была 22°С. По измерению И. Лопатина температура воды озера 1 ноября была 15°С, в то время как температура воздуха была 17,5°С и р. Баргузин покрыта была льдом. Озеро, поэтому, зимой не замерзает.

Дно озера прикрыто слоем, по видимому толстым, черного ила, который при ворошении выделяет значительные количества газов, пахнущих сероводородом. К сожалению, использование ила со дна озера не представляется возможным из-за значительной глубины самого озера, но грязь окружающего его болота, мне думается, должна быть исследована более детально. Большим минусом в использовании Быстринского Аршана является слишком неудачное его островное расположение на низменном, легко затопляемом водами р. Баргузина берегу. Непосредственная близость реки (50 — 60 м от озера) и окружающие болота также значительно опресняют воду источников, благодаря чему возможно в озере существование рыбы (карась).

По указанию П. К. Саункина у *Курумканской переправы*, через р. Баргузин, на правом берегу последнего также имеется теплое озеро, подобное Быстринскому, у самого берега реки,

¹ И. Лопатин. Ор. cit., стр. 279.

благодаря чему оно легко заливается рекой даже в самую наибольшую воду. Озеро газирует, распространяя запах сероводорода. Осмотреть его не удалось из-за разлива реки, залившего озеро.

Болота Баргузина, связанные с горячими источниками.

Необычайно интересным районом, заслуживающим дальнейшего обследования, является район частью уже сформировавшихся, частью еще формирующихся болот в промежутке между селением Усть-Баргузин и южным берегом Чивыркуйского залива, на протяжении около 20—25 км, занимающих всю площадь береговой озерной террасы, заключенной на этом протяжении между берегом Баргузинского залива и Баргузинским горстом. Беглому осмотру подверглась только ничтожная часть той огромной площади в несколько сот квадратных километров, но и те данные, которые удалось здесь собрать, указывают на исключительный интерес, связанный с происхождением этих болот. Полученными данными я поделился с покойным горным инженером В. Д. Рязановым, в течение нескольких лет работавшим на восточном побережье оз. Байкала и производившим, в частности в районе указанных болот, буровые разведки на нефть. В. Д. Рязанов очень заинтересовался моими наблюдениями и поделился со мной кое-какими своими, касающимися, главным образом этого района, разрешив их к печати.

В северной части указанной площади в районе г. Коврижки (почти у берега Чивыркуйского залива) между него и Кулиным мысом находится обширная площадь болот. Наиболее интересною частью их являются болота, идущие от поселка новоселов на Кулинном мысу узкой полосой к восточной оконечности г. Коврижки, и именно часть этой полосы приблизительно в 1 км от поселка, где среди болот типа кочкарника встречается ряд более или менее крупных озер. Площадь, занимаемая этою частью болота с озерами, приблизительно, равна 1,5—2 кв. км (рис. 1).¹

¹ Выкопировка с общей карты Баргузинского побережья, засытого гор. инж. В. Д. Рязановым. Разрешена к опубликованию.

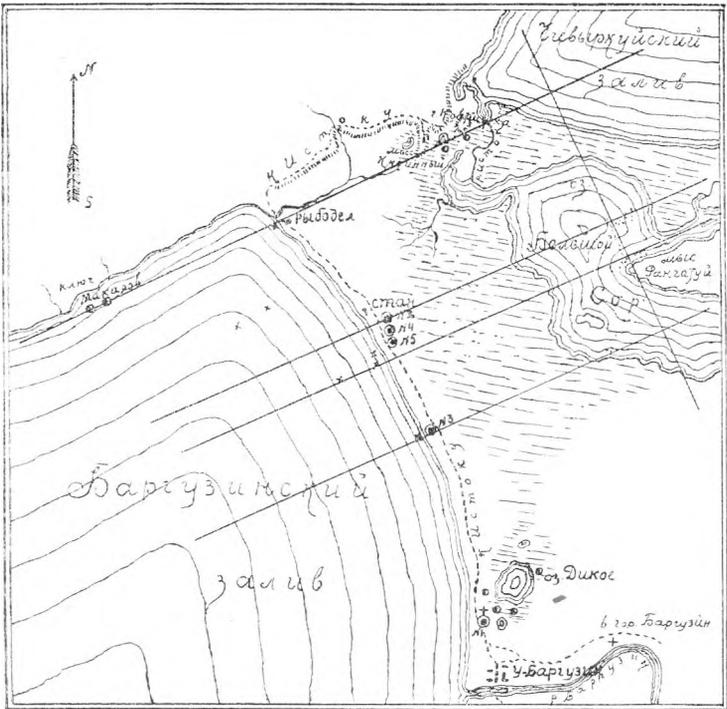


Рис. 1. Карта Усть-Баргузинского района.

- Тектонические трещины.
- ● Выходы сероводородных струй.
- × × " углеводородных струй.
- ⊗ ⊗ Массовые выходы газовых струй (газовые поля).
- ⊙ ⊙ Буровые скважины на нефть (разведка В. Д. Рязанова).

Масштаб: 6 верст в 1 дюйме.

Со времени работ здесь В. Д. Рязанова, в 1904—1906 гг., характер болот значительно изменился. Они представляли ранее значительные топи, не допускавшие, точнее отбивавшие всякую охоту к более подробному обследованию их. В виду этого, наблюдавшийся в нескольких местах у г. Коврыжки источник запаха сероводорода был оставлен В. Д. Рязановым без обследования. Наступивший после того период засушливых лет, особенно в годы с 1916 по 1924, настолько высушил болота Баргузина вообще, что в большинстве они стали более или менее проходимыми.

Еще в Усть-Баргузине мне указали на гр. А. Ельцова, новосела на Кулинном мысу, как на знатока Кулинных болот, в которых им-де найдены „краски“ и „графит“. Как обычно бывает при такого рода сообщениях, последние сопровождались в значительной степени фантастикой. Этого я боялся, при свидании с А. Ельцовым, но, сверх всякого ожидания, сообщенные сведения были настолько точны, настолько реальны, что не вызвали никакого сомнения. Несмотря на свою наблюдательность, А. Ельцов кое-что упустил в своих наблюдениях, а именно, что среди Кулинных болот имеются озера, питаемые горячими источниками. Это было установлено только теперь, при обследовании болот.

Осмотренный весьма бедно озерный участок Кулинного болота состоит из 3 элементов:

1. „Действующие“ озера, в которых еще резко выявляется жизнь в виде термальных источников более или менее сильно нагревающих воду озер, а также в виде газовых струй, сопровождающих эти источники.

2. „Потухшие“ озера, жизнь в которых уже закончилась: нет ни источников, ни газовых струй. Эти озера в большей или меньшей степени перешли уже в кочкарное болото, заросли камышом и др. болотной растительностью, среди которой сохранились пока более или менее крупные окна.

Между действующими и потухшими озерами мы видим ряд переходов: озера внешне затухшие, но периодически, главным образом, осенью и зимой, действующие.

3. Болото типа кочкарника, занимающее главную площадь обследованного участка. Связь его с расположенными на нем озерами выявляется вполне определенно, если снять покрывающий его кочкарник. Под последним оказывается плотная минеральная масса серовато-белого цвета, вполне сходная внешне и по своему химическому составу с той более или менее густой кашицеобразной массой, которая выполняет озера.

Действующих озер мне пришлось наблюдать шесть. Но мне думается, что в действительности этим не ограничивается наличие таковых на всей указанной площади, по отношению к которой площадь указанных озер составляет максимум 4%. Обследование болота было слишком стремительно, поверхностно, за отсутствием достаточного для более тщательного изучения времени и при ближайшем осмотре и обследовании озер.

казавшихся потухшими, в действительности они, может быть, могли бы быть отнесены к „потухающим“. Как увидим дальше, газовые струи, наблюдающиеся в действующих озерах, часто действуют периодически, со значительными промежутками времени, между отдельными периодами, так что для точного установления границ между потухшими и потухающими озерами нужны более длительные наблюдения, чем те, которые я мог

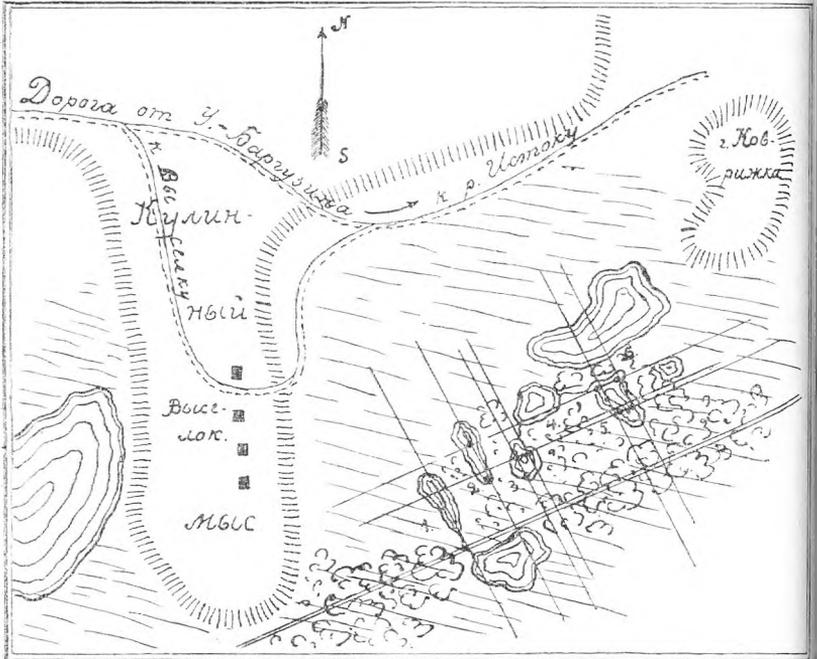


Рис. 2. Схема расположения озер на Кулинном болоте и отношение их к тектоническим трещинам.

- Основная тектоническая трещина.
- Частные тектонические трещины.
- • • Термы и первичные газовые грифоны.

Масштаб: 125 сажен в 1 дюйме.

произвести. В виду этого, название ряда озер затухшими — условно. Несомненно потухшими являются части болота, покрытые уже кочкарником, но и здесь мы встречаем иногда воронки, свидетельствующие о произошедших после образования кочкарника газовых взрывах.

1. Первое действующее озеро, вернее два озера (рис. 2), соединенные узким и коротким протоком, отделенные друг от

друга узкой, несколько возвышающейся над общим уровнем болота грядой, заросшей крупным сосняком, — тогда как остальная часть болота заросла более или менее густо болотной растительностью и мелким кустарником, — находится приблизительно в 1 км к О от поселка на Кулинном мысу в направлении к г. Коврижке. Озеро, расположенное к W от грядки, определено действующее, судя по значительному количеству газовых выходов на поверхности воды. Газовые струи небольшие, периодичные в действии. Пахнет сероводородом. Восточное от грядки озерко, значительно больших размеров чем западное, если и имеет еще действующие газовые струи, то действующие через большие промежутки времени. На поверхности значительно уже уплотненной минеральной массы видны под водой многочисленные, различного диаметра воронки, окруженные по своей периферии валиками. Диаметр воронок от 5—10 см до 0,75—1 м (в восточном озере). Минеральная масса западного озерка, вследствие более постоянного выделения газов, находится еще в состоянии густой, вязкой кашицы, тогда как в западном, как уже указывалось, она значительно уплотнена. Глубина вязкой минеральной массы западного озерка, измеренная у берегов последнего, около 0,75 м. Ко дну плотность массы более и более увеличивается. Общая глубина западного озерка в измеренных пунктах от 0,9 до 1,0 м. Вода на поверхности западного озера холодная, бурая от примеси значительного количества растворенных органических веществ (гуминовые кислоты), привнесенных из окружающих болот. В местах выделения газов вода значительно теплее и у дна достигает (на ощупь) градусов 20 С, тогда как дно в этих местах значительно теплее. Установить здесь точно линии выходов газовых струй, а следовательно и места грифонов термальных источников, чрезвычайно трудно, так как с одной стороны мы имеем здесь, повидимому, ряд газовых полей, вследствие разбивания одной или нескольких основных струй на массу мелких при прохождении их через крупное дрявянистое дно озера, с другой стороны потому, что здесь на ряду с ювенильными газовыми струями мы имеем струи биохимического происхождения. Развитие последних особенно заметно у берегов озера, на границе соприкосновения его вод с болотными, довольно быстро уменьшающихся к середине озера. Общее впечатление, что линия газовых выходов, следовательно

термальных источников, с которыми они связаны, — совпадает с осью самого озера, вытянутого в общем в направлении NW—SO.

2. Следующее действующее озеро находится метрах в 60—70 от предыдущих. Оно имеет форму узкого, вытянутого в направлении NW—SO водоема. Газовые струи в этом озере редки, слабы и действие их периодически. Обследован был только восточный угол озера, где бралась проба грязи, резко отличающейся по внешнему виду от грязи большей части болота. Вода с поверхности 20—22° С, с глубиной температура повышается и на дне, на глубине около 2 м, настолько уже горяча, что с трудом выдерживается рукой (испытание на ощупь железного наконечника палки, опущенной до дна озера). Минеральное вещество, наблюдаемое в этом углу озера, легко взмучиваемое пузырьками газа и с трудом отседающее в спокойном состоянии, с глубиной все более и более уплотняется и у дна пробивается палкой уже с трудом. Вещество это черного цвета с массой серебристых блесков — действительно несколько напоминает взмученный в воде измельченный графит, за каковой он и считался А. Ельцовым. Запах сероводорода слабый, резко увеличивающийся, если поворошить грязь палкой. После усиленного ворошения, вызывающего обильное выделение газа, поглощенного грязью, газоотделение не прекращается и продолжается с прежней силой. Влажное минеральное образование сильно пахнет сероводородом. Воронки, образующиеся после периодически бурных выделений газа, здесь менее характерны, чем в предыдущих озерах и очень быстро сглаживаются с поверхностью илистых отложений, благодаря более жидкой консистенции последних.

3. Далее к г. Коврижке, в 70—80 м от последнего озера, мы встречаем третье озеро, площадью примерно в 200—250 кв. м. Глубина озера до хрящеватого дна его около 1 м, мощность минерального отложения того же густого и вязкого типа, что и в первых озерах, около 0,75 м. Влажный ил сильно пахнет сероводородом; при высыхании запах газа значительно уменьшается и при полном высыхании совершенно исчезает. Форма озера неправильно округлая. Газовых струй наблюдается значительное количество, особенно близ берегов его и, главным образом, у восточного края озера. Здесь мы видим, что поверхность более или менее уплотненной минеральной

массы (ила) вся покрыта мелкими в 4—5 см диаметром воронками, расположенными без всякой правильности. Газ идет периодически, при чем периоды между отдельными выделениями достигают иногда очень значительных промежутков времени. Взмученный палкой ил выделяет значительное количество газа и после этого выделение последнего не происходит очень продолжительное время. Более крупные газовые струи, отвечающие выходам термальных источников, выражены здесь более отчетливо, чем в вышеописанных озерах, и расположены в две линии северо-западного—юго-восточного направления.

На этом озере впервые пришлось наблюдать действие различной силы газовых струй и установить основную причину периодичности в выделении газа. Именно, имеются более сильные струи, в которых если и наблюдается периодичность в действии, то чрезвычайно слабая, едва улавливаемая в течении короткого времени наблюдения. В струях более слабых по силе периодичность действия заметна уже отчетливо и, чем слабее газовая струя, тем длительнее промежутки между отдельными периодами действия, тем короче последние. Ближайшее наблюдение над этими струями показало следующее. Вырвавшийся более или менее сильной струей газ образует характерную воронку с валиком, диаметр которой зависит от силы, с которой газ вырвался, или от консистенции минерального вещества. Явления эти чрезвычайно сходны со взрывами, почему я буду их в дальнейшем так именовать, равно как и образующиеся при этом воронки — воронками газовых взрывов. Итак, чрез образовавшуюся воронку газ поступает сначала со значительной силой и в значительном (относительно) количестве. Но с течением времени выходной канал воронки начинает очень медленно затягиваться, а вместе с этим начинает уменьшаться и количество и сила выходящего газа и, наконец, грифон прекращает свою работу, хотя верхняя часть воронки с валиком еще и сохранилась. Через некоторое, более или менее продолжительное время, в зависимости от силы газовой струи, явление повторяется. Ил (минеральное новообразование), покрывающий дно озера довольно мощным слоем, 0,75 м, представляет собой очень густую кашицеобразную массу, постепенно уплотняющуюся ко дну, при чем у последнего она становится настолько плотной и вязкой, что, ступивши в нее, со значительным трудом вытаскиваешь из нее ногу.

Итак, зная характер ила, легко представить себе картину происхождения здесь газовых взрывов (в малом масштабе). Образувавшийся в этом иле при взрыве газа ход постепенно затягивается, чем постепенно затрудняется, уменьшается выход газа на дневную поверхность. С течением большего или меньшего времени ход этот затягивается совершенно, прекращая совершенно и выход газа. С этого момента в месте газового грифона, в общем часто очень не сильного, постепенно собирается газ, в виде пузыря. В дальнейшем, когда в пузыре создается давление, превышающее давление лежащей над ним массы густого ила, происходит взрыв, сопровождающийся сначала обильным выделением газа, постепенно уменьшающимся, далее — прекращающимся и т. д.

Температура воды на поверхности озера была 12° С, выше, чем температура воздуха (10° С). В местах выхода газовых струй наблюдались столбы более теплой воды, температура которой повышалась в этих столбах с приближением ко дну. В месте выхода источников (на существование последних, по видимому, с небольшим дебитом, указывает не только нагретый столб воды, но и определенно выраженный сток воды по протоку, соединяющему это озеро со следующим) нагрето также и дно, но нагревание его неравномерно в различных местах озера: в одних температура не превышает, вероятно, $15-18^{\circ}$ С, в других дно настолько горячо, что невозможно стоять на нем. Таким образом, мы имеем здесь, очевидно, источники совершенно различной температуры, хотя площадь, на которой они расположены, очень невелика и при других обстоятельствах легко допускала бы предположение о существовании здесь на некоторой глубине одного источника, который в силу тех или иных причин, проходя через толщу наносов, образующих здесь перешеек между Св. Носом и Баргузинским горстом, разбился на несколько отдельных, как бы самостоятельных источников.

4. В 30-35 м от этого озера в сторону г. Коврижки, на несколько отступая от общей линии расположения всех озер в сторону гор Св. Носа, находится несколько более значительное озеро, приблизительно в 0,5 га площадью. Большая часть этого озера уже затухла и превращается постепенно в болото, покрываясь рядом более или менее обширных островков-кочкарников, зарастающих камышем и другой болотной растительностью.

В восточной части озера, осмотренной мной, видны еще воронки взрывов недавнего происхождения и слабые, периодически действующие, газовые струи. В этом озере впервые удалось увидеть сравнительно очень крупные, до 1—1,25 м диаметром газовые воронки, свидетельствующие о значительных, временами, газовых взрывах.

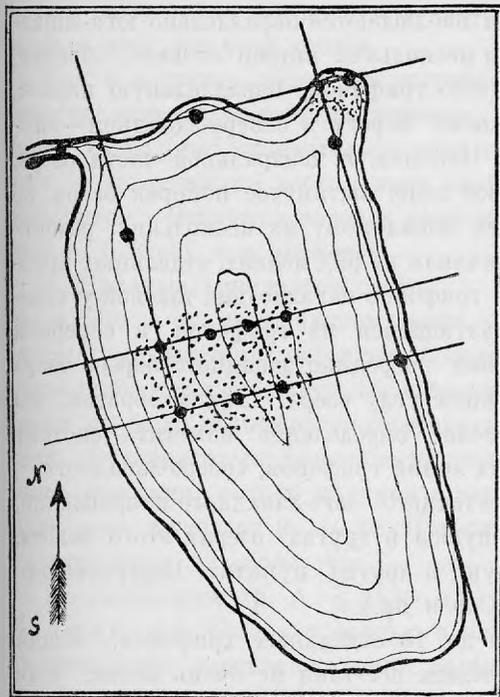


Рис. 3. Схема расположения газовых грифонов и газовых полей на оз. № 5 Кудинного болота.

Юго-восточный конец озера (рис. 3) не представляет интереса, как совершенно уже замерзшая часть озера. Минеральный ил того же типа, что и во всех встречавшихся до сих пор озерах, кроме озера упомянутого в п. 2, в значительной мере уже осел, уплотнился, приняв более светлую окраску. Уплотнение это идет и далее по северо-восточному берегу

5. Приблизительно в 200 м от озера, описанного под п. 3, мы встречаем еще одно озеро, площадью около 0,4 га. Оно имеет форму вытянутого в направлении NW—SO водоема. Во время осмотра этого озера пасмурный и прохладный день разгулялся, заиграло солнце и сразу потеплело, температура воздуха повысилась до 18°C. Несмотря на это, подходя к озеру, я сразу обратил внимание на поднимающийся над поверхностью озера, в трех пунктах его пар, определенно показывающий на значительно более высокую температуру воды в этих пунктах по сравнению с окружающим воздухом. Особенно сильно парило на значительной площади в центре озера.

Юго-восточный конец озера (рис. 3) не представляет интереса, как совершенно уже замерзшая часть озера. Минеральный ил того же типа, что и во всех встречавшихся до сих пор озерах, кроме озера упомянутого в п. 2, в значительной мере уже осел, уплотнился, приняв более светлую окраску. Уплотнение это идет и далее по северо-восточному берегу

озера, но здесь, приблизительно на середине берега, уже встречается несколько небольших, периодически действующих грифонов. Далее по берегу к северному углу озера число грифонов (слабых) увеличивается и достигает особенного развития в северном углу озера и по северо-западному берегу его, заходя даже в исток в западном углу озера. Несколько, два-три, довольно мощных грифона наблюдаются параллельно юго-западному берегу, в расстоянии нескольких метров от него, образуя, таким образом, вторую линию грифонов, параллельную первой, идущей по северо-восточному берегу в северо-западном—юго-восточном направлении. Наконец, в центральной части озера, мы видим сплошное газовое поле, вытянутое поперек озера по линии NO—SW, состоящее повидимому из нескольких, разбиившихся по тем или иным причинам на ряд мелких, отдельных крупных грифонов. Эта линия грифонов параллельна таковой у северо-западного берега образующейся из грифонов в северном углу озера линии — грифона посредине западного берега озера — грифона в истоке в южном углу озера. Таким образом, мы можем здесь впервые вполне определенно наметить систему взаимно перпендикулярных линий грифонов, северо-западного—юго-восточного и северо-восточного — юго-западного направлений, систему, только намечающуюся в других озерах этого болота, и определенно выраженную в других пунктах Баргузинского района (Душалан, оз. Б. Сор и пр.).

В озере насчитывается до 16 отдельных грифонов, общий дебит воды в которых в общем все-таки не очень велик, если судить по стоку воды через проток, но значительно более, чем в остальных озерах.

Доступными для исследования оказались только прибрежные части озера, именно по северо-западному и северо-восточному берегам, центральная же часть благодаря своей значительной глубине и отсутствию лодки, несмотря на весь видимый интерес, осталась не обследованной.

Значительное число грифонов бьет в северном углу озера, благодаря чему вода здесь теплая, а в одном пункте температура ее доходит даже на поверхности до $39,5^{\circ}$. С глубиной температура воды значительно повышается, так что на глубине около 0,5 м ноги уже не в состоянии терпеть, настолько вода горяча. У дна, на глубине около 1,5 м, температура воды очень высока: вынутый оттуда шест с железным наконечником

нагрелся настолько, что не было возможности взяться за него. Температура, к сожалению, за отсутствием подходящего термометра измерена не была. Несколько далее по северо-восточному берегу, приблизительно на линии с грифонами центральной части озера (NO—SW линии) у берега, около 3 м от него, бьет слабый грифон: с поверхности вода холодная, минеральный ил также холодный и только у дна ощущается некоторый нагрев воды и ила; дно чуть теплое.

Как и в других озерах мы встречаем здесь значительное количество воронок от газовых взрывов, которые в юго-восточном конце озера, уже окончательно затухшем, совершенно сгладились и оставили по себе только следы в виде темных округлых пятен. Величина воронок разнообразна и доходит у крупных до 0,75—1 м в диаметре.

6. Наконец, еще далее в сторону г. Коврижки, приблизительно в 200 м от предыдущего озера, находится большое озеро, сильно уже местами заросшее болотной растительностью на массе более или менее крупных островков.¹ Осмотреть это озеро ближе не было возможности (требовалась лодка) и не было времени. Глубина озера достигает по словам А. Ельцова 3—4 м. Озеро доступно, только начиная с глубокой осени, когда толщина льда достигает 8—10 см. В местах выходов грифонов лед на этом озере не образуется.

По сообщению гр. А. Ельцова, бродившего много раз по Кулинному болоту и осенью и зимой, воронки от взрывов на этом озере достигают очень больших размеров, местами до 2 м и более в диаметре. Глубина, измеренная им в этих местах, доходила до 3—3,5 м и более. Выполнены воронки густой, тестообразной массой обычного здесь минерального ила постепенно уплотняющегося ко дну. Газ выделяется здесь не постоянно, а периодически, редкими и сильными толчками, взрывами, выбрасывающими воду и ил на поверхность льда. Взрывы эти приурочиваются, повидимому, к позднему осеннему и зимнему времени. После этого газ идет еще некоторое время, постепенно уменьшаясь, а затем и совсем прекращается. Следовательно, мы имеем здесь явления того же порядка, что описаны были для малых озер, но только в большем масштабе.

¹ В дальнейшем, описанные в настоящих п.п. (1-6) озера будут обозначаться соответствующими №№: озеро № 3, озеро № 5 и т. д.

Любопытно также и наблюдение А. Ельцова, что наиболее сильное выделение газа на всех описанных озерах происходит осенью, т.-е. наблюдение того же характера, что и Н. В. Бараша для Гаргинского источника.¹

Приведенным здесь списком, мне думается, не исчерпываются действующие озера Кулинных болот. Согласно указаний В. Д. Рязанова запах сероводорода был им констатирован в непосредственном соседстве с г. Коврижкой и далее за ней к р. Истоку, тогда как осмотренный мною участок болот далеко не доходит до г. Коврижки. Следовательно, нужно ждать еще ряда теплых озер, типа уже описанных.

В промежутках между описанными озерами, особенно вблизи озер №№ 3—5, среди кочкарника нередко встречаются совершенно круглые, воронкообразные углубления, достигающие диаметром 1,5—2,0 м. Некоторые из этих воронок заполнены водой, другие совершенно затянулись и сохранили только свои очертания и окружающий их валик. Дно и бока воронок состоит из уплотненного минерального ила, обычного для всех озер обследованного района. Эти воронки, несомненно, являются остатками воронок газовых взрывов, образовавшихся во многих случаях после того, как в этом месте образовалось уже болото.

¹ На оз. Котокель, в 12—15 км от селения Гремячинское (на восточном берегу оз. Байкала), в зимнее время также бывают газовые взрывы, взламывающие лед и причиняющие иногда серьезные неприятности рыбакам. Характер газов, образующихся на дне оз. Котокель существенно иной, чем газы Кулинных болот и, тем более, Гаргинского источника. Богатое рыбой озеро привлекает сюда и летом и зимой тысячи рыбаков, съезжающихся иногда за сотни верст. Весь навоз, накапливающийся на берегах озера, сносится в последнее дождевыми и ветвными водами, образовав на дне озера за многие годы мощный слой густого, зловонного ила, губительно действующего на рыбу. Как результат биохимических, идущих в этом иле, процессов, как известно, значительно усиливающих в зимнее время, и является та масса газов, накопление которых вызывает упомянутые на озере Котокель взрывы. Такого же рода биохимические процессы идут несомненно и в озерах Кулинных болот, но в размерах неизмеримо меньших, так что они не могут послужить причиной крупных иногда газовых взрывов. В Гаргинском источнике этих процессов очевидно быть не может. Следовательно, усиление газовых выделений в осеннее и зимнее время для горячих источников Баргузина, явление, требующее дальнейших подтверждений наблюдениями над другими источниками, — зависит от каких-то других, более глубоких причин.

После описания действующих озер, осмотром которых исключительно и пришлось ограничиться за недостатком времени, перейдем к общей характеристике Кулинного болота, являющегося, быть может, прототипом для значительной части огромной площади болот между Усть-Баргузином и Чивыркуйским заливом.

В общем, озера имеют в настоящее время главным образом форму длинных, неправильных водных бассейнов, вытянутых по вполне определенному направлению, приблизительно с NW на SO, т.е. в направлении перпендикулярном (или близком к нему) к основной тектонической трещине, отвечающей здесь сбросовой трещине, ограничивающей северо-восточный берег Баргузинского залива. Если мы соединим отмеченные В. Д. Рязановым выходы газов в Баргузинском заливе у горячего источника Макарова (на юго-восточном берегу Св. Носа) с выходами газов у г. Коврижки, то эта линия, касающаяся оконечности мыса Кулинного, как раз будет отвечать основной сбросовой трещине. Озера Кулинного болота расположены по обе стороны от этой основной тектонической линии, при чем, как указывалось, линии выходов горячих источников идут перпендикулярно (или близко к этому) к ней. Вероятно, мы имеем здесь ряд вторичных сбросовых трещин, возможно, имеющих причинную связь с основной сбросовой трещиной, к которым и приурочены термы Кулинного болота.

Несомненно, было бы весьма интересно установить степень и характер происшедших здесь на некоторой глубине нарушений, выразившихся в образовании сети трещин, с которыми связаны здешние термы. Но и детальной картировкой вряд ли возможно было бы сделать это даже более или менее приблизительно, так как все следы существования тектонических трещин и связанных с ними выходов терм большей части площади болота, вне всякого сомнения служившей когда-то, возможно не в очень далеком прошлом, ареной действия большого количества терм, давших довольно значительные отложения и характерные для ныне существующих терм минеральные образования, вероятно в настоящее время уже сглажены. Можно сказать только с уверенностью, что сеть вторичных тектонических трещин здесь необычайно густа, не отличаясь, повидимому, распространением в длину (NW—SO направления), так как распространение минеральных отложений Кулинного болота по обе

стороны от основной линии не велико, в особенности по сравнению с распространением его в длину, по линии основной тектонической трещины (т.-е. в направлении NO — SW). В общем, здесь был когда-то значительный мелководный бассейн, питаемый громадным количеством горячих источников. Состав вод источников остался, повидимому, мало измененным за время существования терм, так как состав и минеральных отложений (химический состав см. ниже) остался по существу неизменным. Пробы воды из этих источников взято не было, во-первых за отсутствием посуды и, во-вторых, потому, что воды их опреснены болотными водами неопределенного состава и в неопределенной пропорции, так что анализ их был бы мало характерным; для взятия пробы по возможности чистой минеральной воды нужны специальные приспособления, которых не было. Ясно одно, на основании приводимых ниже анализов минерального ила из различных мест болота, что характер терм Кулинных болот быть может существенно иной, чем вод горячих минеральных источников Баргузинского района. Этот минеральный ил, как увидим дальше, состоит исключительно из кремнезема, выпадавшего в виде тончайшего ила, постепенно накапливавшегося, уплотнявшегося и образовавшего с течением времени довольно мощный слой отложений минерального вещества серовато-белого цвета, получившего здесь, на месте, название „белила“¹. Образование ила идет и на наших глазах. С течением времени, по мере затухания охлаждения и опреснения отдельных термальных источников или групп их в этих местах, уплотнившийся минеральный ил покрывался кочкарником все более и более разраставшимся, при чем в местах, где сохранилась еще деятельность отдельных групп терм и связанных с ними газовых струй, препятствовавших застаиванию воды, благодаря быть может высокой температуре воды и химическим свойствам ее,— не происходило развития растительной жизни, обуславливавшей впоследствии образование кочкарника. На общем фоне все более и более расширявшегося кочкарника там, где сохранились еще действующие термы, появились окна-озера, постепенно уменьшающиеся

¹ „Белила“ употребляются новоселами Кулинного мыса в качестве краски для побелки стен и печей, при чем употребляют они „белила“ без масла, разводя их одной водой. Краска настолько въедается в дерево, что не может быть отмыта даже неоднократно смыванием водой.

в своих размерах за счет роста кочкарника и, нужно думать, недалеко то время, когда закроются и эти окна.

Термы и газовые струи Кулинных болот определенно сероводородные. Начиная с первого озера хоть и слабо, но вполне отчетливо чувствуется характерный запах этого газа. Но особенно сильно чувствуется он в том случае, если поворошить кашицеобразную массу минерального ила в еще действующих озерах. Повидимому, минеральный ил, и именно смешанный с водой, обладает большой поглощающей способностью, благодаря чему в месте, где мы имеем довольно значительный газовый грифон, после того как здесь с помощью шеста по возможности удалена большая часть газа, выделение последнего на дневную поверхность как бы несколько уменьшается. Возможно также, что накопление газа в иле идет также и за счет биохимических процессов, идущих здесь за счет той органической жизни, несомненные следы которой наблюдаются на поверхности минерального ила под водой. Проследить здесь это явление поглощения газов более подробно, как это сделано мною на Кучихырском курорте, к сожалению, за недостатком времени не пришлось.

Свежий, только что взятый из воды ил действующего озера, очень сильно пахнет сероводородом, несравненно сильнее, чем слышится запах над озером. При этом сила запаха увеличивается обратно пропорционально густоте ила, т.е. наиболее сильно пахнет ил верхнего слоя, наиболее разжиженного водой и постепенно уменьшается с глубиной, с уплотнением минерального ила. Ил взятый из под кочкарника, уплотненный уже настолько, что лопата с трудом берет его, хотя и содержит еще значительное количество воды, не пахнет сероводородом или же чрезвычайно слабо. В сухом иле, пробывшем несколько дней на воздухе и потерявшем значительную часть гигроскопической воды, настолько, что на ощупь он уже кажется совершенно сухим, — сероводород не был обнаружен даже химическим путем.

Минеральный ил Кулинных болот представляет значительный интерес. Внешне полужидкий или тестообразный ил действующих озер резко отличается от той плотной, несколько слоистого сложения массы, которую мы находим под кочкарником и еще менее похож на образец плотного вещества, пробывшего некоторое время на сухом воздухе. Цвет ила в сильно влажном состоянии — грязновато-синий, с лиловатым оттенком,

Т а б л и ц а VI.

	Анализ А. В. Николаева	
	I	II
SiO ₂	87,36	80,96
TiO ₂	0,05	0,06
Al ₂ O ₃	0,98	2,06
Fe ₂ O ₃	0,30	0,38
Редкие земли	0,002	не опред.
MnO	0,02	0,01
CaO	0,16	0,03
MgO	0,10	0,10
BaO	0,009	0,02
K ₂ O	0,19	0,48
Na ₂ O	0,38	1,35
P ₂ O ₅	сл.	сл.
CO ₂	0,06	сл.
SO ₃	0,05	0,09
S(сульфидн.)	—	0,29
S(элемент.)	0,80	0,08
Cl	сл.	сл.
H ₂ O до 105°	5,32	5,95
H ₂ O > 105°	3,18	4,82
Органические вещества	0,86	3,09
Cu	0,0005	сл.
Pb	0,0035	0,01
Ag	сл.	сл.
Zn	0,0014	0,40
Σ	99,81	100,18

I. Проба уплотнившегося белого минерального ила, взятого с берега озера № 5 из-под кочкарника. Верхний слой. Воды, выделившейся при сушке до воздушно-сухого состояния, около 15⁰/₀.

II. Проба полужидкого темно-серого минерального ила из озера № 3 с глубины около 0,75 м от поверхности озера. Ил содержал до переведения его в воздушно-сухое состояние для анализа 50,4⁰/₀ воды. Цвет после высушивания — белый.

в полусухом, в том виде, в каком находится под кочкарником—

грязно-белый; в сухом—серовато-белый, воздушно-обезвоженный и в порошке—почти чисто белый, со слабым сероватым оттенком. В воздушно-сухом состоянии вещество отличается легкостью, пористостью, весьма гигроскопично, благодаря чему сильно прилипает к языку. Во влажном состоянии вещество очень тяжело благодаря массе впитываемой воды и довольно значительно увеличивается в объеме. При уплотнении, минеральное вещество, вытесняя постепенно воду, настолько сокращается в объеме, что дает трещины уплотнения, находясь даже под водой. В озерах, в смеси с большим количеством воды, вещество образует необыкновенно вязкую массу, которая в течение 15—20 минут так плотно облепает опущенную в него ногу, что нужно очень значительное усилие, чтобы ее вытащить. Отжатое от воды вещество очень вязко и пластично, благодаря чему не сразу принимает первоначальную форму гладкой поверхности даже при сильном насыщении водой. Несмотря на это, вещество не может быть применено в качестве формовочного или лепного материала, в виду указанного выше его свойства сильно уменьшаться в объеме с образованием трещин. Зато вещество это обладает другими ценными свойствами, которые могут иметь практическое значение, а именно: 1) как абразивный материал, благодаря своей твердости и необыкновенной тонкости зерна и 2) как обладающее способностью захватывать, смывать смолистые и др. вещества, свойство, каковым пользуются новоселы при мытье рук, платья в случаях, если они испачканы смолой (напр. сосновой—при заготовке дров, кедровой—при сборе шишек), колесной мазью и пр. Запасы этого минерального вещества, считая занимаемую им площадь около 200 га и среднюю мощность в 16,5 см равны приблизительно 360.000 куб. м. Перевести на метрические тонны довольно затруднительно, так как степень насыщения водой в различных местах болота различна.

Химический состав минерального ила Кулинных болот довольно сложен.

Анализ дает нам ряд характерных сторон минерального вещества, отложенного горячими источниками Кулинного болота, а именно:

1) Необычный для умеренно горячих минеральных источников состав отложений, главная масса коих составлена кремнеземом; по количеству последнего, эти отложения приближаются к отложениям гейзеров, например, для некоторых терм Камчатки,

количество кремнезема в которых достигает 77—83%.¹ Еще ближе по количеству кремнезема и по количеству других составных элементов породы наши отложения приближаются к исландским гейзеритам, почему я и позволю себе привести полностью анализы последних (Bickell. Ann. LXX, p. 293, цитирую по С. Schmidt'y), заимствованные мною из труда С. Schmidt'a о Камчатских термальных источниках:²

Т а б л и ц а VII.

	Skribla	Badhstofa
SiO ₂	88,26	91,56
Al ₂ O ₃	0,69	1,04
Fe ₂ O ₃	3,26	0,18
CaO	0,29	0,33
MgO	сл.	0,47
K ₂ O	0,11	0,16
Na ₂ O	0,11	0,19
SO ₃	2,49	0,31
H ₂ O	4,76	5,76

Отмучиванием нашего вещества можно с некоторым трудом, хотя и не вполне чисто, отделить легко взмучивающиеся, наиболее мелкие частицы минерального вещества: состав по крупности зерна получается следующий:

От 0,25 мм и выше около 15 %
 от 0,25 до 0,05 мм „ 23,5%
 ниже 0,05 мм „ 61,5%

Крупные зерна состоят исключительно из обломков зерен кварца, частью, быть может, механически вынесенных с глинными водами источника, главным же образом поднятые с дрифтостого дна озер. Величина отдельных зерен кварца достигает

¹ С. Schmidt. Die Thermalwasser Kamtschatka's. Mém. de l'Acad. Imp. d. Sc. de St.-Petersbourg, 1885, VII série, t. XXXII, № 18, p. 28.

² Op. cit.

0,5 см в диаметре. Кроме кварца встречаются редкие блестящие— листочки слюды, окрашенной в бурый или зеленоватый цвет. Самый тонкий ил состоит, вероятно, исключительно из аморфного кремнезема. Проба на извлечение последнего десятипроцентным раствором соды дала:

в пробе из озера № 3 (II) 51,7% SiO₂
 „ „ № 5 (I) 43,2% SiO₂

2) Присутствие в минеральной грязи с одной стороны малого количества серного ангидрида, далеко не покрывающее извлекаемые водной вытяжкой основания, с другой — большого количества элементарной серы, указывает на глубокие изменения, происходящие в минеральной грязи, а именно — на разложение сульфатов, например, по схеме:¹



в которой только видоизменяется несколько вторая часть обратимого уравнения, а именно — вместо образования углекислых соединений идет образование солей органических (гуминовых) кислот. Органические вещества, отмеченные в анализе, состоят частью из растительных остатков, но в еще большей своей части — из органических соединений, легко извлекаемых водой и еще лучше — аммиаком. Извлекаемые одновременно с ними окиси металлов, не покрываемые другими кислотами, должны быть отнесены за счет соединений их с органическими кислотами.

Образующийся, согласно данной схеме, сероводород частью уходит в форме более или менее многочисленных газовых струй, частью поглощается минеральной грязью озер, наконец, окисляется, давая большие или меньшие количества элементарной серы. Распределение последней в минеральном иле, повидимому, неравномерно.

1. Плотная минеральная грязь с озера № 5 (проба I), с поверхности, представляющая уплотнившуюся наиболее тонкую и легко взмучивающуюся часть грязи, когда она была еще в состоянии густой кашицы,

¹ В. И. Вернадский. Опыт описательной минералогии. Пгр., 1918, т. II, вып. 1, стр. 84.

твечающей, следовательно, поверхностной части минерального ила, содержит элементарной серы 0,80%

2. Поверхностный слой минеральной грязи из озера № 3 (проба Па), находящийся непосредственно под очень тонким слоем воды озера, в момент же выделения газа — на поверхности ее 0,83%

3. Минеральная грязь из озера № 3 (проба I), с глубины 0,75 м от поверхности воды 0,08%

Таким образом, содержание элементарной серы резко, повидимому, падает с глубиной и находится в прямой зависимости от кислорода воздуха, так или иначе содействующего процессу окисления сероводорода.

Указанное выше соотношение между насыщением минеральной грязи сероводородом и глубинами — явление чрезвычайно характерное и также, повидимому, постоянное. Присутствие в грязи растительных остатков как в форме обрывков корней крупных растений и т. д., так и в форме микрофлоры, существование которой определено намечается (материал находится в обработке) — обуславливали накопление органического вещества, гниение которого давало ряд газообразных продуктов, между прочим — метан, каковой и мог входить во взаимодействие с сульфатными водами, согласно вышеприведенной схеме. Кроме того, образование сероводорода могло идти и за счет восстановления серы органического вещества при гниении тех же растительных остатков, но в виду того, что общие запасы органического вещества, повидимому, невелики, количество образующегося этим путем сероводорода в общем незначительно.

Анализы таблицы VI, в которой I проба относится к поверхностной части уплотнившейся минеральной грязи и содержит 0,86% органического вещества, а II проба — к полужидкой грязи озера № 3 с глубины 0,75 м, содержащей 3,09% органического вещества — несколько не противоречат указанному соотношению между глубиной грязи и степенью ее насыщения сероводородом. Органическая жизнь озера № 3 и подобных ему активных озер в форме живой и отмирающей микрофлоры дает в настоящий момент наибольший процент органического вещества грязи, при чем несомненно, что в верхних слоях последней органического вещества более, чем на глубине, вследствие необычайно плотной консистенции грязи, не позволяющей отмирающим остаткам микрофлоры накапливаться на дне бассейна. С момента прекращения органической жизни над уплотненной

минеральной грязью, процесс гниения органического вещества идет в ней только за счет накопленных, но не возобновляющихся органических остатков и количества их. Естественно, с течением времени уменьшаются.

3) Присутствие тяжелых металлов, в форме сернистых соединений (ср. Гаргинский источник). В крупнозернистой фракции установить присутствие Zn не удалось. Возможно, что мы имеем здесь отложения сернистого цинка (и др. сернистых соединений тяжелых металлов) в несколько другой форме, чем в туфах Гаргинского источника, именно — не в виде механически вынесенных водами источников зерен, а образовавшихся *in situ* действием сероводорода в нейтральной или даже, может быть, слабо-кислой среде на выносимые с глубины растворы тяжелых металлов. На возможность кислой среды указывает отсутствие здесь сульфидов железа, присутствие которых, как увидим далее, констатировано в озере № 2.

По своему внешнему виду, физическим свойствам и элементарному составу от только-что описанного минерального ила озера № 3 и № 5, представляющего, повидимому, основной тип минерального ила указанной площади Кулинного болота, существенно отличается ил, взятый из восточного конца озера № 2. Вещество это известно среди обитателей выселка на Кулинном мысу как „графит“. Проба взята с глубины, приблизительно, 0,75 м. Грязь представляет полужидкую, густую, но не вязкую массу черного цвета с массою серебристых блесков. Доведенная до воздушно-сухого состояния грязь потеряла 70% воды. Образовавшиеся комки грязи легко рассыпаются под давлением пальцев в блестящий серо-черный песок. Путем отмучивания разделить грязь хотя бы на те три фракции, как в белой — не удалось. Фракции из грубых зерен совершенно нет. Вторая фракция, средняя, состоит из крупных блесков белого и черного цвета. Третья, самая мелкая и легкая, — из белой мути аморфного кремнезема и сернистого цинка и из тончайших блесков слюды. Анализ этого вещества (А. В. Николаев) приведен в таблице VIII.

Количество кремнезема здесь более, чем в два раза, меньше, чем в белой минеральной грязи, да и тот почти нацело входит в состав слюды и хлоритов, представляющих основную массу минеральной грязи озера № 2. Десятипроцентным раствором соды из этой грязи извлекается только около 1,7% кремнезема.

Таблица VIII.

	I.	II.	III.	IV.
Нераств. остаток.	43,33	—	—	—
SiO ₂	—	85,57	37,08	0,09
TiO ₂	0,86	—	0,86	—
Al ₂ O ₃	6,54	6,78	9,47	—
Fe ₂ O ₃	17,73	1,43	18,35	0,95
MnO	0,39	сл.	0,39	0,72
CaO	2,55	1,09	3,00	0,11
MgO	3,53	1,11	4,01	—
BaSO ₄	—	0,07	—	—
BaO	—	—	0,02	—
K ₂ O	1,61	1,59	2,30	0,08
Na ₂ O	1,70	1,91	2,53	0,53
H ₂ O до 105°	3,69		3,69	
H ₂ O > 105°	3,18		3,18	
Органические вещ.	10,96		10,96	
SO ₃	1,11		1,11	
Cl	сл.		сл.	
CO ₂	0,54		0,54	
S (сульфидн.)	2,83		2,83	
S (элемент.)	1,42		1,42	
Cu	сл.		сл.	
Pb	нет		нет	
Zn	1,56		1,56	
Ag	нет		нет	
Σ			101,75	
Избыток O на Fe и Mn суль- фидов			1,42	
			Σ = 100,33	

- I. Анализ минерального вещества, обработанного соляной кислотой.
 II. Анализ нерастворимого (в I анализе) остатка.
 III. Состав минерального вещества на основании I и II анализов.
 IV. Анализ водной вытяжки.

Происхождение аморфного кремнезема здесь не совсем ясно, как не вполне еще ясно образование мощных отложений его на всей площади. Необходимы дальнейшие наблюдения, исследование микрофлоры и микрофауны. Но любопытно то, и может быть, открывает глаза на истинное происхождение отложений аморфного кремнезема, что в месте, где происходит образование черной минеральной грязи, вследствие более сильной струи бьющего здесь термального источника, температура воды значительно выше, как и выше насыщенность ее минеральными солями (анализ IV), — условия, быть может, тонирующим образом действовавшие на развитие органической жизни (напр. диатомей). В этом отношении чрезвычайно, может быть, характерно озеро № 5, в котором центральная часть его, занятая, как указывалось выше, значительным количеством определенно горячих, газирующих терм, настолько горячих, что над водой даже при температуре воздуха в 18°C виден пар, — в этой части озера не видно взмучиваемых белых частиц ила, несмотря на обильное, сильное выделение здесь струй газа, которое должно было произвести взмучивание, если бы илистые отложения в этом месте существовали; вода окрашена органическими веществами в бурый цвет, и только. Между тем, эта центральная часть озера окружена ясно беловатой водой, у берега же наблюдается сильное развитие белой минеральной массы. Следовательно, и здесь мы наблюдаем опресняющее и охлаждающее действие вод из окружающих озеро болот, наиболее сильно, конечно, действующих на прибрежную часть озера, где и могла более интенсивно развиваться органическая жизнь, давшая при своем отмирании кремневые отложения из своих скелетов.

Следующая замечательная особенность минеральных отложений Кулинного болота, отмеченная еще анализами грязи из озер №№ 3 и 5, именно — присутствие сульфидов тяжелых металлов, — в озере № 2 выражена еще сильнее: металлического цинка найдено здесь $1,56\%$, что отвечает $2,32\%$ сернистого цинка. Кроме последнего, в грязи этого озера имеются, очевидно, сульфиды железа и, может быть, марганца, на долю которых приходится $2,07\%$ сульфидной серы. Это отвечает приблизительно $5,70\%$ сернистых железа и марганца (безводных), присутствие которых и дает характерную черную окраску грязи. Все эти сульфиды легко взмучиваются, находясь в грязи во

взвешенном состоянии, вероятно в форме хлопьев коллоидальных сульфидов, образовавшихся *in situ*, ибо, как указывалось выше, при отмучивании совершенно не было получено фракции крупных или тяжелых частиц природных кристаллизованных сульфидов.

Итак, здесь, в районе обследованной части Кулинного болота в трех случайно обследованных пунктах, на протяжении приблизительно около 300 м, мы имеем несомненные указания на вынос горячими термами растворов тяжелых металлов, осаждающихся в грязевых отложениях названного [болота в форме сульфидов, что дает некоторое право распространить это явление, если не на всю площадь, занимаемую данными отложениями, то, во всяком случае, на значительно большую той, которая отвечает указанным трем озерам с промежутками между ними. Согласно анализам, обеднение грязи сульфидами идет с NO на SW (т.-е. от г. Коврижки к Кулинному мысу):

Таблица IX.

О з е р а	Zn S	(Fe, Mn) S
Озеро № 5	0,02	—
„ № 3	0,60	0,25
„ № 2	2,32	5,70

Явление этого обогащения, быть может, чисто случайное, зависящее от характера взятия пробы (напр., нижние части отложений более богаты сульфидами, чем верхние, и т. д.), но возможно, что степень обогащения растворов зависит от характера и мощности отложений полиметаллических руд на некоторой глубине от поверхности, которые и выщелачивались проходящими через них горячими водами.

Если допустить, что в силу каких-либо даже незначительных геологических катастроф как например, сброса, подобного Селенгинскому, давшему в устье р. Селенги в недавнее время так называемый, „Провал“, часть Баргузинского побережья, занятого Кулинным болотом, опустится, покроется более или менее мощным наносом и затем снова появится на дне

поверхность в той же форме рыхлых песчано-глинистых отложений или в форме породы более или менее претерпевшей изменение того или иного характера, — то в этом, далеко не невероятном случае, позднейшее человечество имело бы все шансы на нахождение, правда, бедного, месторождения цинковой руды, в осадочных или метаморфических породах. Следовательно, мы имеем здесь *одну из стадий происходящего на наших глазах образования месторождения полиметаллических руд* (главным образом цинковой), факт интересный, если не практически, то во всяком случае теоретически.

В случае, если будет найдено какое-либо применение описанным минеральным образованиям Кулинного болота, в чем я почти не сомневаюсь, следует обратить внимание на продолжение болот по другую сторону мыса Кулинного, в сторону Баргузинского залива, так как эти болота расположены по той же основной тектонической трещине, как и описанное болото, и нет ничего невероятного в нахождении и здесь тех же минеральных отложений.

В 1904—1906 гг. горный инженер В. Д. Рязанов производил разведки на нефть в районе Баргузина, по побережью Баргузинского залива, между названным поселком и полуостровом Св. Нос. В этих разведках В. Д. Рязанов¹ руководился выходами газов с одной стороны в Баргузинском заливе, наблюдающимися и поныне в тихую погоду недалеко от берега (от 100 до 600 м), и с другой — выходами газов на оз. Большой Сор. И тут и там мы имеем несколько групп газовых струй, как одиночных, так и в форме газовых полей. Соединив выходы Баргузинского залива с таковыми на оз. Б. Сор, В. Д. Рязанов получил линию основных тектонических трещин, вполне отвечающих линии, намеченной мною для Кулинных болот, направления NO — SW (не буду спорить, если в материалах В. Д. Рязанова намечена и линия г. Коврижка—Макаров ключ, ибо так естественно было указать и ее по известным

¹ Подать свои материалы по разведкам на байкальскую нефть В. Д. Рязанов, к сожалению, не успел. С разрешения покойного В. Д. Рязанова я сообщаю некоторые данные, добытые им при его работах в районе Баргузинского залива, которыми он охотно поделился со мной, заинтересовавшись моими наблюдениями, а также дал для опубликования и необходимые выкопировки со своих карт.

ему выходам газов у г. Коврижки и у ключа Макарова, раз уже наметились и подтвердились работами тектонические линии, о которых идет сейчас речь). На линиях этих трещины В. Д. Рязановым были поставлены работы по бурению на нефть, которые, если и не дали вполне определенных положительных результатов на содержание нефти (по крайней мере практически), то вполне подтвердили его предположение о связи между собой этих разъединенных друг от друга газовых выходов. В буровой скважине № 3 на глубине около 140 м оказалось огромное скопление газа, выбившегося из нея с такой силой, что был выброшен буровой снаряд и разрушена вышка. Сила газа затем уменьшилась и постепенно сошла на слабое газовое истечение. Повидимому, буровая скважина попала здесь на громадный газовый пузырь типа пузырей Кулиного болота, но неизмеримо больших размеров. Подтверждением существования пузыря служит и то, что в этом месте скважины обсадочные трубы сразу ушли в землю на несколько метров, что указывает на существование здесь пустоты. В буровой № 4 через обсадочные трубы все время сочился газ, с 336 м пошла даже газированная вода со следами нефти.

На тропе, ведущей от дороги к буровой скважине, обнажается почва высохшего в настоящее время болота, находящаяся непосредственно под растительным слоем. Она представляет собою серовато-белую, тонко-зернистую, плотно слегающую массу, по внешнему виду очень напоминающую таковую Кулиного болота.

К югу отсюда около поселка Усть-Баргузина намечается еще подобного рода тектоническая трещина, на которой находятся выходы сероводородных газовых струй с одной стороны в Баргузинском заливе у дер. Максимихи (на почтовом тракте станции Татаурово—гор. Баргузин, в 29 км от У.-Баргузина), с другой—озера Дикие, в 4 км к востоку от Усть-Баргузина. В районе названных озер В. Д. Рязановым указываются выходы сероводорода, неподалеку от которых им начата даже на линии указанной тектонической трещины буровая скважина № 1, но вскоре заброшена (буровая вышка сторела и не была возобновлена). Выходов этих газов найти мне не удалось, но запах сероводорода временами отчетливо откуда-то доносился.

Любопытными являются здесь озера Дикие, особенно Малое и Среднее (первое и второе от Усть-Баргузина). Озера довольно

значительных размеров, совершенно круглой формы, как бы обведенные циркулем, с постепенным, как говорят, понижением дна к середине озера, благодаря чему форма бассейнов в разрезе отвечает конусу. Вокруг озер идет как бы песчаный вал, местами несколько размытый, но в общем значительно превышающий окружающую местность (на 1,5—2 м и больше). Таким образом, мы имеем в этих воронках следы, повидимому, произошедших здесь когда-то гигантских газовых взрывов, наподобие таковых в Кулинных болотах. ¹

Заканчивая описание района Кулинного болота, я остановлюсь несколько на Баргузинской нефти, до последнего времени являющейся злобой дня, повидимому, не одного только местного населения. Результаты разведок на нефть горного инженера В. Д. Рязанова не опубликованы, но материал весь собран и почти весь обработан. К сожалению, В. Д. Рязанов не успел сдать работу в печать при своей жизни, но нужно надеяться, что собранные им материалы будут опубликованы его товарищами и учениками. Мои наблюдения слишком непродолжительны и не могут, конечно, претендовать на какую-либо непогрешимость в выводах. Именно, у меня создалось впечатление, что дело с Баргузинской нефтью далеко не стоит тех затрат, которые были произведены на ее разведку и вот почему. Путем наблюдения установлено, что выходы, так называемой здесь, нефти, в Баргузинском заливе связаны с выходами газовых струй. Летом, в тихий день, когда на озере, как говорят здесь, „лоск“, на поверхности воды у выхода газовых пузырьков наблюдаются жирные, призирующие пятна, растекающиеся по поверхности воды и разносящиеся по заливу малейшим волнением. Зимой, когда поверхность залива покрывается льдом, в местах выхода газа вода не замерзает и с течением времени, с увеличением мощности льда в последнем образуются трубы, частью открытые, частью прикрытые пузырястым льдом, образующим над отверстием трубы как бы шапку, по которой легко могут быть найдены такие трубы. На поверхности воды в этих трубах постепенно за весь долгий

¹ Много взгляда на происхождение озер Диких (оз. Соленое и оз. Кислое), как и всех озер равнины Усть-Баргузин—р. Исток, держится Г. Ю. Верещагин в своей работе „К познанию водоемов, расположенных у берегов Байкала“. Труды Комиссии по изучению оз. Байкала. Игр., 1918, т. I, вып. 1, стр. 78—81, 98—100.

зимний период собирается выносимое вместе с газами жидкое органическое вещество, повидимому, легко окисляющееся и превращающееся из жидкого состояния в твердое. К весне в такой трубе образуется более или менее крупный губчатый, сильно пропитанный водой, пахнущий керосином комок органического вещества, черного с поверхности, иногда в изломе — желтого цвета.¹ Факт нахождения маслянистых пятен органического характера в одной из буровых скважин (№ 3) вместе с газпропановой водой (см. выше), — явление того же порядка. В иных условиях образование органического вещества, подобного находимому на берегу Баргузинского залива горному воску, здесь не наблюдалось. Таким образом, зная количество газовых струй в пределах Баргузинского залива, которое в общем не велико, дебит их, время, в которое органическое вещество накапливается (равное числу месяцев оледенения озера) и, наконец, количество горного воска, образующегося в этот период оледенения озера, — легко можно подсчитать общее количество образующегося в пределах Баргузинского залива горного воска в течение года. Число это небольшое, практически уменьшающееся еще благодаря тому, что в период времени, когда Байкал не покрыт льдом, образующееся органическое вещество разносится волнением по огромной площади озера и совершенно теряется. Для характеристики этого числа достаточно сказать, что при самых благоприятных условиях сбора, т.е. когда первые весенние бури были со стороны Култука и весна была холодная, так что горный воск на воздухе не таял, — баргузинские жители на протяжении 32 км набрали его не свыше 100 ведер, т.е., приняв во внимание, что оз. Байкал сковано льдом минимум 4 месяца, максимальное количество органического вещества, которое могло выделиться на поверхности залива — 300 ведер, отвечающее приблизительно 3600 л, или при удельном весе вещества 0,9 — 3200 кг. Такие количества практически не заслуживают серьезного внимания, но для местных жителей и они имеют большое значение. Баргузинский горный воск служит для жителей прекрасным суррогатом керосина, а также смазочным материалом. Некоторые считают горный воск (или как здесь его называют „морское масло“) целебным средством для лечения ран у домашних животных.

¹ Наблюдение В. Д. Рязанова и охотников на нерп.

И. Д. Черским указывается четыре места находок *горного воска (байкерита)* по берегам озера в районе Баргузинского залива: а) к северу от р. Баргузина; в) к югу от нее; с) у деревни Максимихи на южном берегу залива и d) у станка Катковой.¹ Любопытно, что эти места выносов горного воска (по крайней мере для первых трех мест находок) в точности совпадают с нахождением здесь газовых грифонов, бьющих со дна озера т.-е. и здесь мы имеем подтверждение непосредственной связи между этими двумя элементами. Месторождение горного воска у дер. Сухой (к северу от устья р. Селенги по берегу оз. Байкал) также, видимо, находится в связи с газовыми полями, развитыми в районе Сухой к югу и северу от нее и мощность месторождения в этом случае, должна находиться в прямой зависимости от мощности газовых полей, которые, по словам В. Д. Рязанова, иногда занимают площади, измеряемые многими тысячами квадратных метров.

Приблизительно в 200 км от гор. Баргузина вверх по р. Баргузину, на правом ее берегу, расположено у подошвы гор болото в 3—4 км длиной и в 200—250 м шириной, у северо-восточного конца которого разбился улус Кучихыр. *Кучихырские* источники находятся среди болота также у северо-восточного конца его. За последние годы перед революцией курорт, излюбленный бурятским духовенством, начал более или менее обстраиваться, приводиться в порядок; было построено специально для лам ванное помещение с тремя отделениями, баней; были устроены мостки к этому помещению и пр. Декрет Бурят-Монгольского Совнаркома, о котором говорилось выше, закрыл доступ к этому курорту быть может больше, чем к другим ему подобным, так как он находится слишком на глазах. Имущество курорта постепенно расхищается, а то, что еще сохранилось, приходит в ветхость. Мостки, соединяющие ванное помещение (всех их 4) в большинстве сгнили, лучшие доски утащены, почему приходится ходить с большой осторожностью, дабы не провалиться в глубокую (местами) и невероятно

¹ И. Д. Черский. О результатах исследования озера Байкала. Мат. д. Геол. России, СПб. 1889, т. XIII, стр. 1—48. На карте цифрой „8“ отмечены места выносов горного воска (байкерита). — К. Калиткий. Озокерит или горный воск. Изд. Геол. Ком. Мат. по общ. и прикл. геол., Пгр., 1917, вып. 5, стр. 33 и т. д. Литература по байкальскому озокериту, стр. 47—48.

вязкую трясину. Почва почти всего заболоченного в пределах курорта пространства представляет „зыбун“, густо заросший камышом и другой болотной растительностью. Только местами, где имеется толстый и плотный растительный слой на зыбуне, последний доступен для осмотра, в большинстве же зыбун или совершенно недоступен или же прохождение по нему связано с большим и серьезным риском.

Посреди болота, вдоль него, тянется широкий, приблизительно в 3 м, и довольно глубокий (до 1,5 м) проток с отличной на вкус, очень холодной, бесцветной и прозрачной водой. Проток, повидимому искусственного происхождения, устроенный для осушения болота, чтобы улучшить подступы к горячим источникам. В результате этого мы видим значительное осушение болота, выразившееся в значительном опускании его уровня (приблизительно, на 1—1,5 м) и постепенном уплотнении почвы болота у юго-восточного и северо-западного берегов его. Следы усыхания болота резко видны по берегам болота и особенно наглядно на юго-восточном берегу, где мы встречаем ряд мелких водных бассейнов, частью заросших камышом. Эти маленькие озера высыхают, оставляя по мере усыхания на своих берегах солевые выцветы. Эти же выцветы всюду по этому же берегу выступают в сухие дни из черной, илистой, в большинстве совершенно бесплодной почвы.

Термальные источники курорта расположены по двум параллельным друг другу и направлению болота (т.е. NO—SW) линиям, на расстоянии приблизительно в 50—60 м друг от друга. Источники в свое время были расчищены и соединены между собой и с главными меньшими протоками, в настоящее время сильно заилвшимися и местами уже заросшими. На северо-западной линии расположено три ваннх помещения и на юго-восточной — одно. Количество термальных источников на той и другой линиях установить очень трудно, так как в большинстве они настолько маломощны, что не в состоянии поднять налегающий сверху сплошь и рядом мощный слой ила, так что в этом случае они в большинстве совершенно не поддаются учету. Присутствие их можно установить только на ощупь, опустив в воду руку, по разности температур с окружающей холодной водой. Местонахождение других может быть установлено только по выделению газовых струй, но и здесь обязательно должна быть проверка на ощупь, так как помимо

выделения ювенильных газов мы имеем здесь, очевидно, и непостоянные, но частые и мелкие струйки газа биохимического происхождения. Наконец, реже всего встречаются термальные источники с более или менее значительным дебитом, так что место их выхода может быть определено сразу по характерному движению взмучиваемого ила. Мною в общем на обеих линиях было насчитано 17 термальных источников, но, вероятно, это число далеко не отвечает действительности.

Температура минеральной воды для Кучихыра указывается В. К. Котульским $40,3^{\circ}\text{C}$,¹ т.-е. температура легко переносимая рукой. Между тем в протоках, например, к северо-востоку от главного ванного помещения в северо-западной линии источников или к юго-западу от ванного помещения юго-восточной линии, температура воды местами безусловно выше, несмотря на то, что почти всюду она значительно охлаждена находящимися здесь же грифонами холодной воды. Горячей указанной температуры вода и в ванном помещении юго-восточной линии, где она настолько горяча, что ноги после пятиминутного в ней пребывания производили впечатление обваренных кипятком.

Источники здесь определенно сероводородные, что легко устанавливается по характерному запаху. По литературным данным, запах сероводорода настолько силен, что он разносится далеко по окрестностям. Наблюдать этого мне не пришлось, хотя местные жители указывают на этот факт, при чем усиление запаха, по их рассказам, связывается с длительными, засушливыми периодами. В те три дня, которые мне пришлось пробыть в Кучихыре, удалось установить следующие два факта: 1) определенное усиление запаха сероводорода к середине дня и ослабление его к вечеру и утром, 2) периодическое ослабление и усиление запаха сероводорода у определенно сероводородных струй на сравнительно небольшом промежутке времени. Первое находится, возможно, в связи с повышением температуры, которое обуславливало усиление химических процессов в грязи. Второе — характерное явление для сероводородных струй ювенильного происхождения.

Значительный интерес, и теоретический и практический, представляет грязь (ил) Кучихырского болота в районе горячих источников. Пробы этого ила из-за отсутствия для этого

¹ В. К. Котульский. *Op. cit.*, стр. 98.

подходящего сосуда — взять не удалось. По внешнему виду ил Кучихырских источников напоминает таковой из озера № 2 Кулинного болота (см. выше), но видимо тяжелей и легче отсаживается. Обладает большой поглотительной способностью, задерживая в себе массу газов, которые выделяются из ила в огромном количестве, если поворошить его палкой. Насколько сильна поглотительная способность ила, можно судить по следующему. Путем длительного перемешивания ила, где имела довольно значительная струя ювенильного газа, был удален почти весь поглощенный илом газ (поскольку он мог быть таким образом выделен). После этого струя газа значительно уменьшилась и стала выделять приблизительно нормальное количество его только к концу третьего дня. Это имеет, мне думается, большое практическое значение.

Для лечебных целей Кучихырский курорт в том виде, как он существовал до сих пор — непригоден. Вырытые в почве болота ямы-бассейны, над которыми построены ванные помещения, вследствие чрезвычайно слабой естественной циркуляции воды, служат только местом накопления в них грязи, как принесенной самими источниками, так и остающейся от пользующихся горячими ваннами больных. Кроме того, здесь же в ванных помещениях как сами больные, так и многие жители улуса стирают свое белье и платье, что конечно еще более загрязняет помещение и источники. Малый в общем дебит источников (хотя и многочисленных) и неудачное расположение их исключают всякую возможность более культурного и рентабельного использования их, и с этой стороны курорт, вне всякого сомнения, должен быть окончательно закрыт. Но есть другая сторона, еще не обратившая, повидимому, на себя должного внимания, которая делает Кучихырский курорт необычайно ценным не только в местном, но возможно и республиканском масштабе.

Воды Кучихырских источников совершенно еще не исследованы; не исследована и та масса ила, которая образует почву болота. Неизвестен также и характер последнего в обе стороны от источников. Неизвестен отсюда и процесс образования ила, который несомненно находится в близкой связи со здешними термами. Этот именно ил, мне думается, должен быть отнесен к целебным грязям, так как он пропитан минеральными солями, полученными от терм; насыщен массой газов

поглощенных как из газов, сопровождающих термы, так и образующихся *in situ* за счет разложения органических веществ, заключенных в грязи; наконец, грязь эта нагрета (местами очень сильно) теми же термами. Кроме того, нужно думать, что грязь Кучихырских источников радиоактивна и активность ее будет выше, чем активность терм (по определению В. К. Котульского 0,09 ед. Маха).¹ Что касается запасов грязи, то сейчас, на основании моих беглых наблюдений, сказать что-нибудь определенное трудно. Только на участке, заключенном между указанными выше двумя линиями источников, грязи будет от 75 до 100 тысяч *кб. м.* Думается, что при выяснении вопроса о запасах грязи и ее бальнеологических свойствах нельзя ограничиваться только районом курорта, но нужно обследовать все Кучихырское болото, так как если не все оно, то значительная часть его является, быть может, остатком ранее бывших здесь минеральных источников, о чем, как указывалось мною выше, свидетельствуют частые солевые выцветы по юго-восточному берегу болота.

Место для грязелечебницы необычайно удобное, хотя и удаленное от центра района — г. Баргузина (200 км, от Усть-Баргузинской пристани 250 км, от ст. Татаурово, Забайкальской жел. дор. 488 км); горы, прекрасный хвойный, исключительно сосновый лес, большая открытая площадка, могущая служить для солнечного лечения; рядом расположенный большой бурятский улус и несколько далее — русский поселок вполне могут обеспечить курсантов молочными продуктами и мясом; прекрасный сухой климат с достаточным количеством солнечных дней, наконец, ничтожное количество комаров и отсутствие мошек — все это создает чрезвычайно выгодные условия для устройства курорта, тем более что, при всем богатстве источниками, Бурят-Монгольская республика, в общем, небогата целебными грязями.

Горько-соленые озера и месторождение гуджира.

Эта группа источников, ничем по существу не отличающаяся от предыдущих, интересна в том отношении, что она связана с горько-солеными озерами Баргузинской долины и выцветами

¹ В. К. Котульский. *Op. cit.*, стр. 98.

солей, встречающихся очень часто по обоим берегам р. Баргузина, иногда занимающих обширные площади, называемые здесь солонцами. Как увидим далее, связь эта настолько ясна, что, по крайней мере для этого уголка Забайкалья, не представляется никакого сомнения в истинном характере происхождения гуджирных месторождений. Делать здесь заключения о запасах месторождений гуджира и касаться вопросов, связанных так или иначе с разработкой их, я не буду, так как не имею для этого определенных данных. Могу только сказать, что район распространения месторождений гуджира несравненно больший, чем он считался до сих пор. Он не ограничивается одними только Алгинскими месторождениями, а простирается далеко отсюда вверх по р. Баргузину, заходя на Большой Куйтун. В общем, насколько мне известно и по литературе, и по собственным наблюдениям, мы имеем по меньшей мере три района гуджирных месторождений: *Алинский*, *Старо-Аргодинский* (по старому руслу р. Аргоды) и *Кармадунский*. Последний, может быть подразделен на Ново-Аргодинский (по новому руслу р. Аргоды) и собственно Кармадунский.

Алинские болота и примыкающие непосредственно к ним *Алинские горько-соленые озера*, с успехом эксплуатировавшиеся с семидесятых годов прошлого столетия для извлечения из них так называемого „гуджира“, примыкают непосредственно к русскому селению Алга и занимают большую площадь, из которой для нас представляет пока интерес та часть ее, которая ограничивается с юга — левобережными горами, с запада — г. Бладовой, с востока — песчаными холмами, а с севера ограничивается от остальной части болота дорогой, ведущей из дер. Душпалана к Сувинскому перевозу. Площадь эта, в несколько квадратных километров наполовину занята озерами (восточная часть), наполовину болотом (западная часть).

Среди болота, по рассказам местных жителей, находится много „талиц“, т.-е. небольших водных пространств, которые в зимнее время не замерзают. Благодаря этому, зимою они нередко служат неприятной ловушкой для скота, выгоняемого на подножный корм, и для охотников, в ночное время пробирающихся по болоту домой. К счастью, талицы неглубоки, и все дело ограничивается испугом и неожиданным купаньем. Внешний осмотр этих талиц ничего не дал. Вода в них обычно очень холодная (не выше 3—4° С), очень слабо (на вкус)

минерализованная, приятная на вкус, почему используется жителями Алгинского выселка как питьевая. Дно талиц прикрито черного цвета илом, очень слабо пахнувшим, в некоторых талицах, сероводородом. Изредка наблюдается слабое и периодическое выделение газа также с очень слабым запахом сероводорода. Как в самых талицах, так и в соседстве с ними, среди болота наблюдаются небольшие теплые участки среди холодной воды, с температурой в $20-22^{\circ}\text{C}$. В распределении этих теплых участков особой правильности как-будто не наблюдается, так что может быть мы имеем здесь дело с просачиванием сквозь почву отдельных источников по нескольким путям. Этим, вероятно, и обуславливается нахождение здесь талиц. В местах теплых струек газирование более энергично (относительно), и ил пахнет сероводородом более резко.

Талицы и окна в болоте осматривались мною только около Алгинского выселка (в 1,5—2 км от сел. Алги). Далее, по дороге к последнему, на более возвышенных частях болота, сплошь и рядом совершенно лишенных какой-либо растительности, наблюдаются значительные солевые выпветы, подходящие вплоть к г. Кладовой. Выпветы эти подходят к самому селению Алга.

Названное болото имеет, повидимому, естественный уклон в сторону р. Алги. Дренированные воды собираются в небольшой проток, соединяющий эту часть Алгинского болота с той, которая расположена за дорогой Душалан-Суво. Через этот неширокой проток перекинут весьма примитивный мост, приблизительно в 200 м по дороге от г. Кладовой. Вода в протоке окрашена битумами в темно-бурый цвет и невероятно горька и противна на вкус. В протоке и выше, и ниже, и под мостом наблюдаются выделения сероводородного газа. Вода холодная, но в местах выделения газа определенно теплее. Ил, лежащий на дне протока слоем до 0,5—0,75 м (измерение у берега), черного цвета, наподобие наблюдавшегося в талицах, сильно пахнет сероводородом. Взмученный палкой, выделяет большое количество газа, после чего струя газа хотя и слабеет, но не прекращается совершенно. В распределении газовых струй, которые в общем слабы и действие их периодически, так же не наблюдается правильности, как и в талицах.

Далее по дороге Душалан-Суво, около 100 м от мостика, пересажаем по довольно благоустроенному мосту через р. Алгу. Последняя по берегам заросла высоким и густым камышом,

делающим реку недоступной для обзора. Если постоять некоторое время на мосту, то можно услышать запах сероводорода, изредка наносимый со стороны камышей. В жаркие дни засушливых лет запах сероводорода, по словам жителей, настолько силен, что от него кружится голова, начинает тошнить, так что проезжающие на мосту обычно задерживают дыхание.

Почти сейчас же за этим мостом начинаются песчаные бугры идущие, приблизительно, в северо-восточном — юго-западном направлении параллельно друг другу, будучи вытянуты как бы в отдельные, обособленные друг от друга неширокие гребни. Бугры эти частью совершенно голые, частью поросли жесткой, солонцеватой растительностью, напоминающей по внешнему виду пырей но более грубой и мощной, травой, которую пренебрегает скот даже тогда, когда он голоден. Дорога пересекает несколько таких песчаных гребней, между которыми находятся небольшие ложбины, в большей своей части также лишенные растительности. Как открытые места песчаных гребней, так ложбины и дороги в местах пересечения гребней покрыты более или менее обильными солевыми выцветами. В первых двух ложбинах солевые выцветы предметом добычи не служили. Только начиная с третьей ложбины, мы встречаем гуджирные разработки, помеченные на карточке горного инженера П. Н. Бутырина по № 2¹ (рис. 4). Площадь, занятая разрабатываемым озером, не велика, 1,5 га,² общая же площадь, занимаемая ложбиной, в которой находится озеро, значительно больше указанной площади работающего озера, и вся она покрыта солевыми выцветами. Почва песчано-глинистая, отличающаяся от таковой песчаных гребней она серовато-белого цвета, в ней много иловатых глинистых (не опаловых ли, как в озерах Кулиного болота?) частиц, легко взмучиваемых и с трудом отсаживающихся, благодаря чему

¹ Упомянутая карточка заимствована из очерка горного инженера П. Н. Бутырина „Горько-соленые озера Бурят-Монгольской Республики и их промышленное значение“. Верхнеудинск, 1925. Размеры озера № 2—1,5 дес. и № 3—1 дес. совершенно не выдержаны в масштабе; указаны истинные размеры площадей, занятых гуджирными полями; некоторые гуджирные поля не указаны совершенно и т. д. Все это лишает карточку известной ценности, благодаря чему ею можно пользоваться только ориентировочно.

² П. Н. Бутырин. *Op. cit.*, стр. 13. В момент осмотра площадь, занятая работающим озером, точнее рядом озера, была значительно меньше указанной, не превышая 1/3 га.

вода гуджирного озера, пополняемая в последнем атмосферными осадками, белая. В засушливые годы озерко высыхает нацело, оставляя более или менее мощный слой гуджира. В момент осмотра озера оно уже значительно усохло после бывшего перед этим длительного периода дождей, разбившись на несколько более или менее крупных озерков. Подойти к главному озерку

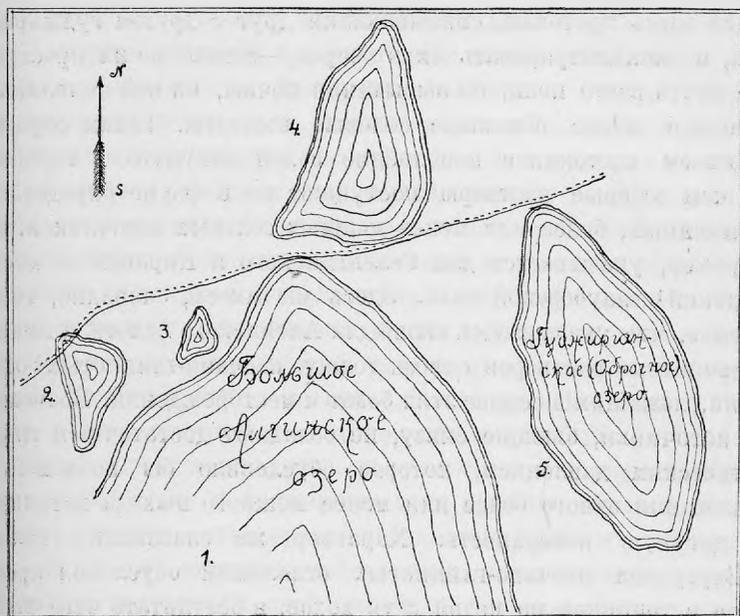


Рис. 4. Алгинские месторождения гуджира в Баргузинской долине.

1. Большое Алгинское озеро (пресное?).
- 2—4. Гуджирные озера.
5. Гуджирганское (Оброчное) горько-соленое озеро.

Масштаб: 250 сажен в 1 дюйме.

не представлялось возможным, так как обнажившееся дно озера представляло очень густую, вязкую массу. Остальная площадь гуджирного поля с трудом, но была проходима, проезд же на телеге был невозможен. Во второй проезд гуджирное поле значительно подсохло, уплотнилось. По словам проводника, даже в засушливые годы, когда озера нацело высыхают, под верхним слоем высохшей почвы всегда находится влажный, не

высыхающий слой. Подтверждение этому мы находим в разводных канавках бывшего владельца гуджирных разработок Новомейского, почва в которых, несмотря на то, что везде кругом почти уже высохла, оставалась не только влажной, но на дне их держалась еще вода. Несмотря на длительный период дождей, сопровождавшийся обильными осадками, которые должны были бы смыть и вынести все бывшие солевые выцветы по имеющимся здесь протокам, связывающим друг с другом гуджирные поля, и сконцентрировать их в озерах, — тотчас же на пространстве почти всего поля, по высыхании почвы, на ней появляются более или менее обильные солевые выцветы. Таким образом, мы имеем постоянное пополнение солей откуда-то с глубины, при чем солевые растворы поступают не в форме определенно выраженных, более или менее мощных солевых источников, как например, указывается для Селенгинского и Киранского месторождений¹ глауберовой соли. Здесь мы имеем, очевидно, то же явление, что указывалось выше для Алгинского болота, а именно просачивание растворов сквозь толщу песчано-глинистых отложений, лежащих в основе этих болот и месторождений. Возможно, что источники, бьющие снизу, не обладают достаточным гидростатическим давлением, которое обусловило бы возможность образования одного более или менее мощного выхода источника на дневную поверхность. Характер же слагающих долину р. Баргузина песчано-глинистых отложений обусловил проникание источников по целой сети ходов, в результате чего выход одного источника обозначается на поверхности более или менее обширной, постоянно увлажняющейся площадью. Вследствие этого получается большая поверхность испарения, вызывающая немедленное выделение солевых выцветов из растворов. Этим, вероятно, вызывается не сплошное покрытие гуджирного поля соевыми выцветами, а пятнами, при чем более густые пятна должны отвечать более мощным источникам и наоборот. Подобный тип появления на дневную поверхность источников мне пришлось наблюдать и в группе Змеиных термальных источников (в Чивыркуйском заливе), где почти рядом с источником № 2 (второй от Змеиного мыса) находится довольно обширная теплая мочежина (в несколько кв. м площадью), питаемая выходящим таким образом горячим источником. Далее, в группе

¹ П. Н. Бутырин. *Op. cit.*, стр. 14, 16 и др.

холодных источников пади Ясы (Епи) мы имеем несколько небольших (в 1,5—2 кв. м) мочезин такого же характера происхождения, но здесь, кроме того, можно установить, что такого рода проникание источников на дневную поверхность явилось следствием ослабления гидростатического давления источника, так как здесь же мы наблюдаем следы бывшего и в настоящее время затянувшегося отверстия, через которое бил источник, когда давление его было достаточно сильно.

Гуджирное озеро № 2 сохранилось только в той части поля, которая примыкает к Большому Алгинскому озеру.¹ Между тем характер почвы поля, как выше указывалось, резко отличен от характера окружающих песчаных бугров, подходя по внешнему виду к почве гуджирных озер. Следовательно, во всем поле мы имеем остаток ранее бывшего здесь обширного озера, питаемого когда-то более мощными источниками, и только с ослаблением последних гуджирное поле приняло настоящий свой вид. То же можно сказать и относительно других гуджирных озер и полей, которые все связаны друг с другом и с Большим Алгинским озером. Вероятно, что в то время, когда уровень воды в озерах стоял в них значительно выше, они соединялись с Большим озером непосредственно, образуя с ним обширный водоем. С течением времени, когда гуджирные поля приняли настоящий свой вид они, будучи отъединены песчаными холмами от окружающих их болот, могущих действовать опресняющим образом, сохранили настоящий свой характер, позволяющий их практически использовать. Между тем, Большое озеро в значительной степени опресняется окружающими болотами и водами р. Алги, почему и не может быть в том виде, как оно есть, использовано.

В одном из озерков первого работающего на гуджир поля (по карточке озеро № 2) мною наблюдались, в первый их осмотр, два небольших газовых грифона. Во второй приезд газирования уже не было, но на месте выхода газа отчетливо были видны

¹ П. Н. Бутырин в своем очерке (op. cit., стр. 12) называет Большое Алгинское озеро пресноводным. Это не совсем так. На вкус вода соленая и ее соленостью, вероятно, вызвано то обстоятельство, что рыба в озере не водится (а между тем она есть даже в теплом Быстринском озере (см. выше). Лошади пьют воду из озер довольно охотно, но быстро платятся за свою доверчивость сильным расстройством желудка, что также указывает на характер ее минерализации. К сожалению, вода озера химически не исследована.

затянувшиеся уже воронки. При попытке расчистить это место началось быстрое и сильное выделение газа, которое прекратилось, как только расчищенное место затянулось илом. Следовательно, здесь мы имеем явление того же характера, что и на озерах Кулиного болота, т. е. выделение газа по мере накопления его под вязкой и тяжелой массой ила до определенной давности. Газ пахнет сероводородом так же, как и ил озера.

В некоторых местах гуджирного поля, среди выцветов, мною были найдены на поверхности почвы тончайшие пленки порошкового вещества желтого цвета. Зажженное спичкой вещество это горит синеватым пламенем с запахом сернистого газа. Следовательно, в нем мы имеем *элементарную серу*. На других гуджирных полях встретить видимые скопления серы не удалось.

Далее, по дороге Душалап—Сувинский перевоз, встречаются еще три гуджирных поля, отделенные от первого и друг от друга песчаными гребнями. Все они идут приблизительно параллельно друг другу и подходит к Большому Алгинскому озеру. Следующее за описанным гуджирное поле, не работающееся на гуджир, на карточке П. Н. Бутырина не указано. На нем в момент осмотра имелись два небольшие и мелкие водные бассейна, образовавшиеся от выпавших обильных дождей: практического интереса они не имеют. В южной части поля, около дороги, имеется небольшая заросшая травой мочажина, из которой разносится запах сероводорода, то ослабевая, то усиливаясь. Под растительной почвой тот же уплотнившийся ил, о котором упоминалось выше, и который, хотя и в меньшей, видимо, степени развит и в этом поле. Ил пахнет сероводородом. Вероятно, мы имеем здесь дело не с отдельной газовой струей, а с газовым истечением сквозь поры почвы, одновременно с истечением источника.

Гуджирные озера и поля №№ 3 и 4 по карте П. Н. Бутырина, работающиеся на гуджир, в общем сходны с описанным № 2, так что описание их будет повторением уже сказанного. У озера № 4 от дороги Душалап-Сувинский перевоз имеется поворот, ведущий непосредственно к с. Суво, по которой проезжать не пришлось, почему мною не было осмотрено озеро № 5 (карта П. Н. Бутырина), скрытое холмами. Озеро это П. Н. Бутырин называет, в отличие от гуджирных, горько-соленным, характеризуя те и другие по чисто внешним признакам: озера с молочного или грязновато-белым цветом воды

цаган-нур) и озера с желтовато-красновато-бурым до темно-бурого цвета воды (хара-нур) он называет гуджирными, озера же с совершенно прозрачной водой — горько-солеными и солеными.¹

В решении вопроса о происхождении гуджирных озер ясно намечаются два отдельных момента: 1) пути, по которым источники проникали на поверхность, и связанная с этим локализация месторождений и 2) характер растворов, питавших гуджирные озера (происхождение растворов).

Для большего выяснения вопроса о путях, по которым растворы выходили на дневную поверхность, остановлюсь несколько на наблюдениях, произведенных мною в окрестностях дер. Душалан. Неоднократно упоминавшийся мною выше длительный период дождей дал необычайный подъем р. Баргузину, затопивший все пониженные части долины реки, благодаря чему воды ее подошли местами почти вплотную к горам левого берега реки. У дер. Душалан вода дошла до огородов деревни, расположенных у северо-восточной окраины ее; деревня же осталась незатронутой в виду того, что она расположена на несколько повышенной береговой террасе, довольно обширной, идущей от Душалана к Телятникову и постепенно снижающейся, благодаря смыву от гор к р. Баргузину. Такой же более или менее пологий спуск мы имеем от деревни к оз. Джигдакан (в 2 км к северу от деревни) и на северо-восточной окраине ее, где расположены огороды и сенокосы, но здесь отлогость несколько уменьшается от озера в сторону гор, приближаясь постепенно к естественному откосу. От подножия этой естественной возвышенной береговой террасы идет пониженная ее часть, занятая обширными болотами, прерываемая песчаными холмами и косами, на протяжении 10—12 км к северо-востоку, вплоть до только что описанных Алгинских болот и гуджирных озер. Здесь пониженная часть террасы заканчивается резким поднятием, следующим непосредственно за последними гуджирными озерами в сторону Суво. С нагорной стороны пониженной части долины мы видим висячую долину на северо-восточном склоне горы Кладовой, в значительной мере уже размытой вешними водами и паводками, а также остатки береговой террасы у подножия

¹ П. Н. Бутырн. *Op. cit.*, стр. 5.

северо-восточного склона названной горы. И та и другая отвечают первоначальному положению пониженной части долины, когда она находилась на одном горизонте с ее возвышенными частями, с одной стороны—Душаланской, с другой—Сувинской. Таким образом, мы имеем здесь определенно выраженный сброс, по времени более позднего происхождения, чем сама долина. Благодаря литологическому характеру отложений долины, границы сброса не вполне ясны, особенно в его Алгинской части, но ввиду присутствия в районе Душалана ряда отчетливо выраженных газовых линий, имеющих исключительно северо-западно—юго-восточное направление, нужно думать, что не будет ошибочным считать и направление указанного сброса, который назовем *Душаланско-Алгинским*, также северо-западно—юго-восточным.

Упомянутый выше разлив р. Баргузина вскрыл чрезвычайно любопытную особенность в районе дер. Душалана, а именно присутствие огромного количества более или менее мощных газовых выходов, расположенных от линии, идущей через юго-западную часть озера Джигдакан-огороды северо-восточной окраины д. Душалана, т.-е. восточного края Душаланско-Алгинского сброса, к северо-востоку. Постольку, поскольку это удалось выяснить во время поездки на лодке от Душалана к Бьстринскому горячему озеру (Баргузинский аршан), оказывается, что главная масса выходов газа сосредоточена на озере Джигдакан и прилежащих к нему с северо-запада и юга-востока сенокосных участках на полосе не свыше 250—300 м шириной, непосредственно на границе указанной выше линии, т.-е. на краю сброса. К юго-востоку газовые выходы резко обрываются, единично встречаясь приблизительно только в 3 км от выходов, на оз. Токарихе. К северо-востоку от указанной полосы интенсивной газовой деятельности, газовые выходы хотя и встречаются, но в несравненно меньшем количестве и притом более слабых грифонов. Очевидность этого ясно выявляется в нижеследующей таблице. При этом, правда, нужно сказать, что обследована была не вся площадь поименованных в таблице местностей, за исключением оз. Токарихи, осмотренном тщательно, а только та часть их, которая могла быть охвачена глазом при поездке на лодке, но общая картина от этого почти не меняется.

Таблица XI. Продолжение.

Название местности	Думерация газовых линий	Число газ. грифонов в линии	Расстояние между газ. линиями в метрах	Направление газовых линий
Тоны „Ромашиха“ . .	I	4	> 50	NW — SO
„ „ . .	II	2	> 10	„ — „
„ „ . .	III	1	> 40	„ — „
„ „ . .	IV	2	> 40	„ — „
„ „Митькино“ . .	I	3	> 20	„ — „
„ „ . .	II	2	> 20	„ — „
„ „ . .	III	1	> 70	„ — „
„ „Середаки“ . .	I	3	} > 120	NW — SO
„ „ . .	II	1		
„ „Горячее“	I	2	> 2	NO — SW
„ „	II	2	> 2	„ — „
„ „	III	1	> 40	„ — „
„Молчановские кардзи“.	I	2	} > 8	NW — SO
	II	3		

На покосе «Зверковском» (северо-западный берег оз. Джигдакан) линии газовых выходов расположены местами настолько тесно, и выходы газовых грифонов настолько часты, что получается впечатление кипящей водной поверхности, среди которой выделяются только отдельные мощные газовые грифоны. Площадь, занимаемая такими газовыми полями, весьма значительна, достигая местами нескольких тысяч квадратных метров.

Таким образом, внешне области газовых выходов у дер. Душалан и гуджирных месторождений Алгинских болот, разделенные промежутком в десяток километров и расположенные по краям одного и того же сброса, необыкновенно сходны друг с другом, отличаясь только характером своих выделений: в одном случае — газовые эманации, в другом — источники. Аналогия идет, вероятно, и дальше. Точный и полный анализ газов Душаланского района должен выяснить истинный характер газовых

эманаций, источник, откуда они могли появиться на дневной поверхности, но и теперь, а priori, можно почти с уверенностью сказать, что эти газы ювенильные, что является из нижележащего.

1. Газы Душаланского района связаны с определенной тектонической (сбросовой) трещиной, при чем главная масса газовых эманаций идет в месте наибольшего нарушения, именно в области самой сбросовой трещины, резко обрываясь там, где никаких нарушений не было (или были в очень слабой степени, поверхностные, не связавшие поверхностных слоев земной коры с более глубокими), т.-е. вне сброса, или же значительно ослабляясь от сбросовой трещины к середине сброшенного участка. В момент образования тектонической трещины, вследствие чисто механических воздействий, произошел ряд вторичных трещин, естественно наиболее густо расположенных у сбросовой трещины, где механические силы проявлялись более сильно и ослабевали с удалением от главной трещины.

2. Газовые выходы расположены закономерно, по вполне определенным линиям; если и встречаются отдельные площади, на которых, как указывалось выше, газовые выходы расположены настолько тесно, что сливаются друг с другом, образуя как бы одно сплошное газовое поле, то и здесь, если внимательно приглядеться к газовым выходам и выяснить причину происхождения отдельных мелких газовых полей, — причина та, что наблюдаемые газовые поля относятся к залитым водой сенокосным угодьям: примятая течением и илом трава разбивает отдельные грифоны на ряд мелких газовых струй; там, где грифоны бьют непосредственно со дна озера, мы наблюдаем единичные более или менее мощные газовые струи. Таким образом, и здесь мы увидим полную закономерность в расположении газовых грифонов, чего, конечно, не было бы, если бы происхождение струй было иное, например биохимическое.

3. Трудно себе представить характер и размеры поверхностных процессов, которые могли бы дать на сравнительно ничтожной площади такое большое количество газа, измеряемое сотнями, если не более, кубических метров в сутки. Тем более трудно, что растительная жизнь развита здесь необыкновенно слабо, так что в ней мы не имеем постоянного источника, служащего для пополнения уже переработанных растительных остатков. Если же мы возьмем Зверковский сенокосный

участок, то увидим, что здесь и совсем мало материала для биохимических процессов, так как участок этот покрыт чрезвычайно тонким растительным слоем почвы со скудной, в большинстве, растительностью, береговая же полоса его в большинстве совершенно лишена и этого ничтожного почвенного слоя, обнажая чистые песчаные и песчано-глинистые отложения долины. Нужно искать, следовательно, источников образования газовых струй вне процессов, идущих в поверхностных или в близких к ним слоях отложений Баргузинской долины.

Того же порядка явления происходили и в районе Алгивских болот, отличаясь только размерами. Именно, площадь, занимаемая рядом тектонических трещин, значительно более захватывая область от северо-восточного края сброса до г. Кладовой, т.-е. на ширине в 2—3 км. И здесь замечается наиболее интенсивное образование вторичных тектонических трещин в ближайшем соседстве с главной, результатом чего, вероятно, явилось усложнение главного сброса вторичными сбросами, что выявилось на поверхности в форме чередующихся песчаных гребней и не широких между ними долин, которые и послужили, в дальнейшем, местом, где образовались горько-соленые и гуджирные озера.

Каков был режим питающих источников ранее — сказать в настоящее время трудно. В большей степени поддается учету этот режим в настоящее время, хотя точной регистрации добываемой с каждого гуджирного поля глауберовой соли, повидному, не велось. В первые годы разработки гуджирных месторождений, когда работало пока только одно озеро № 2 (см. карту), накопившиеся в нем запасы глауберовой соли вполне покрывали бывшую нужду в этом ископаемом и только после того, как было замечено истощение месторождения, было приступлено к поискам новых, в результате чего были найдены и остальные гуджирные и горько-соленые озера района. Через два года после того, как озеро № 2 было заброшено, как выработавшееся, оно оказалось снова годным к работе, — обстоятельство, которое было учтено в дальнейшем ходе эксплуатации месторождений; по мере надобности озерам давали «отдыхать». При таком способе работы она велась без перерывов, ежегодно даже возрастающая (см. таблицу) и только в 1914 и 1915 гг. мы видим, как бы тенденцию к падению добычи, что, вероятно, объясняется не обеднением или истощением месторождений, а наступившим

военным временем, отнявшим у предпринимателя главную массу рабочих рук. Было добыто:¹

в 1910 г.	716 т.	1913 „	3125 „
„ 1911 „	1839 „	1914 „	951 „
„ 1912 „	2773 „	1915 „	367 „

Разведки, произведенные б. владельцами месторождений купцами Новомейскими, правда, в небольших размерах и на небольшую глубину, с расчетом найти отложения гуджира в толще покрывающего гуджирное поле ила или под ним, дали отрицательные результаты. Скопления гуджира — поверхностные.

Говорить о пополнении истощающихся месторождений глауберовой соли за счет только тех солевых выцветов, которые смываются со всей поверхности гуджирных полей и скапливаются в гуджирных озерах, — не приходится, так как, во всяком случае, этих количеств было бы недостаточно; да и раз они были смыты и не имели самостоятельных источников для того, чтобы пополниться самим, то и эти солевые выцветы очень быстро бы истощились и месторождения глауберовой соли пришли бы к естественному концу. Между тем, запас солевых выцветов, смываемых атмосферными водами, постоянно возобновляется, так как, как только почва обсохнет, тотчас на том же месте появляются свежие солевые выцветы. Следовательно, мы имеем здесь источники, постоянно действующие. Нет никакой, по видимому, возможности установить ни числа этих действующих источников, ни степени их обогащения солями. Источники эти разбросаны по всей площади гуджирных полей, пробиваются, видимо, и среди песчаных гребней, отделяющих поля друг от друга, так как мы встречаемся с солевыми выцветами и на дороге, пересекающей эти гребни. Но главная масса этих источников концентрируется, вероятно, в местах расположения гуджирных (работающих) озер, так как: 1) озера эти не всегда приурочены к наиболее пониженным частям гуджирных полей, как, например, работающее озеро № 4, и 2) именно в месте расположения их наблюдается наибольшее накопление специфической для гуджирных озер белой иловатой минеральной массы, придающей характерную окраску воде гуджирных озер, благодаря которой они и получили общее название «цаган-нур» (белое озеро). Распространение этого ила по всей площади гуджирного поля указывает, мне думается, на то, что здесь был

¹ Ш. Н. Бутырнн. Op. cit., стр. 13.

когда-то водный бассейн, занимавший всю площадь поля, что источники, бывшие когда-то здесь, были мощные или же число самих источников было больше.

Откуда берут свое начало источники Алгинских болот, в частности района гуджирных озер? Вопрос этот сложный и требует дальнейших исследований.

Вопроса об образовании гуджира касались неоднократно. Так, И. Д. Черский¹ считает образование их результатом „процесса каолинового разложения полевошпатовых пород... Названные продукты разложения являются всегда солончакowymi“... Образование гуджирных озер (у И. Д. Черского — Тяжжанских гуджирных озер) автор объясняет выщелачиванием и накоплением. Объяснение это мне кажется наименее приемлемым из всех известных до сих пор предположений о происхождении названных озер. Во-первых, совершенно не известен характер так называемых „каолиновых продуктов разложения“, которые, при ближайшем их исследовании, вероятно, окажутся ничего общего с таковыми не имеющими. По внешнему виду и даже по запаху за белые глины мною были приняты, например, отложения Кулинных болот, которые в действительности оказались состоящими исключительно из гидрата окиси кремния. Чрезвычайно похож на глины и белый ил гуджирных озер; при ближайшем исследовании и он, вероятно, окажется состоящим главным образом из водного кремнезема. Во-вторых неизвестен совершенно источник образования серной кислоты. Если даже считать мощность „каолиновых продуктов разложения“ в 0,5 м, содержание в них каолина в 50%, то на образование такой мощности отложений на площади, скажем в 1 га, потребовалась бы минимум 1425 т серного колчедана,² сера которого, валею

¹ И. Д. Черский. Геологические исследования окрестностей оз. Байкала. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Русск. Геогр. Общ. Иркутск. 1880. т. XI, № 1 — 2, стр. 23.

² При частичном весе альбита (А) 526; глинозема (Г) 102,2; Na_2O 62; Na_2SO_4 142,7; серы (S) 32,07; пирита (П) 119,8; каолина (К) 262,23; считая в среднем уд. в. альбита в 2,5 и содержание глинозема в полевошпатовых породах в 15%, имеем:

$$1. \frac{\text{А} \cdot \text{Г} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{S} \cdot \text{П}}{\text{Г} \cdot \text{К} \cdot \text{А} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{S}_2} = 0,228 \text{ частей } \text{FeS}_2 \text{ на 1 часть К;}$$

$$2. \frac{10000 \cdot 0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,228}{2} = 1425 \text{ т } \text{FeS}_2$$

$$3. (1425 \cdot 100) : \left[\frac{10000 \cdot 0,5 \cdot 2,5 \cdot 100}{15} \right] = 17,1\% \text{ FeS}_2.$$

окислившись в серную кислоту без всяких потерь, была бы использована на разложение полевошпатовой породы. Эти условия более или менее были бы допустимы, если предположить, что этот запас серного колчедана имеется на месте. В этом случае содержание серного колчедана в породе должно быть, по крайней мере, в 17,1%, чего в действительности ни в одной из пород, виденных мной, не наблюдается. Следовательно, должен быть привнос серной кислоты со стороны. Но при этом масса потребного для образования нужного количества серной кислоты пирита должна быть неизмеримо больше, так как, поступая сюда, она используется исключительно по дороге, доходя до места в ничтожных уже количествах. В третьих, при таких условиях образования солевых выцветов, они в силу легкой своей растворимости в воде и при обилии атмосферных осадков, должны бы быстро вымыться и образуемые ими солонцы — опресниться, так как процесс накопления солей, связанный с такого рода их генезисом, очень длителен. В четвертых, неясно, почему при такой переработке полевошпатовых пород извлекаются из полевых шпатов только щелочи, тогда как каолиновое ядро остается нетронутым; в этом случае нужно было бы ожидать скорее образования натровых квасцов.

В последнее время появился в свет очерк горного инженера П. Н. Бутырина, касающийся горько-соленых озер Бурят-Монгольской Республики, в частности, затрагивающий и Алгинские. Остановливаясь более или менее подробно на происхождении месторождений поваренной и глауберовой солей в Селенгинском и Киранском озерах, автор почти совершенно не уделил своего внимания озерам Алгинским и только мимоходом, основываясь на чисто внешнем признаке (к тому же еще не вполне правильном, так как Большое Алгинское озеро не пресное, а соленое), отрицает возможность образования здесь солей путем привноса их атмосферными осадками или выноса их из окружающих пород. Положенный в основу взгляд на происхождение Селенгинского и Киранского озер, а именно — происхождение их из соленосных морских отложений, лежащих на некоторой глубине под названными озерами, путем вымывания солей из этих отложений и вынесения на дневную поверхность или в форме рассольных родников (Селенгинское озеро) или путем просачивания на дневную поверхность под действием волосности (выцветов на левой стороне долины Селенгинской равнины, —

горн. илж. Раков),¹ — вряд ли применим к Алгинским месторождениям, так как к этому не имеется никаких данных. Характер глубинных отложений, выполняющих Баргузинский грабен, нам не известен. Остатки террас, служащих свидетелями бывшего здесь ряда последовательных сбросов, приведших долину к настоящему положению, не дают, повидимому, ничего нового и интересного в сравнении с тем, что мы видим в обнажениях р. Баргузина и его притоков в той их части, где они размывают наиболее возвышенную часть долины — Куйтувы. Здесь же мы видим удивительно однообразную картину более или менее перемытых песчано-глинистых отложений, слагающих толщу Куйтунов.² Если допустить в силу топографических условий местности и ее геологического строения возможность образования из морской воды соленосных залежей, питающих в настоящее время Селенгинское и Киранское озера, то того же нельзя сказать о Баргузинской долине. Хотя бассейн, образованный бывшим ранее заливом, занимавшим современную долину р. Баргузина и отвечал нескольким условиям, при которых могло идти отложение солей из морской воды, но присутствие в то же время большого количества мощных рек, обусловивших огромные выносы песчано-глинистых продуктов, послуживших к образованию мощных отложений современной долины, безусловно должны были действовать и опресняющим и размывающим образом.

Иного взгляда на происхождение солевых выцветов (гуджиров) держится И. Лопатин,³ поставивший процесс разложения полевых шпатов гранитов в связь с деятельностью горячих источников. К сожалению, автор не дает обоснований этому положению. Мне думается, что взгляд И. Лопатина наиболее близко отвечает действительности в отношении генезиса Баргузинских солевых выцветов (солонцов) и гуджирных озер. Как мы уже видели, Алгинские гуджирные озера приурочены к краю Алгинско-Душаланского сброса, т.-е. находятся в связи с тектонической трещиной, быть может даже с целой сетью таковых, которые послужили проводником на дневную поверхность ювенильных вод. Установить непосредственные выходы

¹ И. Н. Бутырин. *Op. cit.*

² К познанию геологического строения Баргузинской долины много должны дать материалы по разведкам на нефть в районе Баргузинского залива, произведенные горн. илж. В. Д. Рязановым.

³ *Op. cit.*, стр. 17.

таковых среди месторождений гуджира, правда, пока не удалось, но косвенные указания на них имеются: 1) наличие теплых струй среди талиц Алгинского болота; 2) присутствие, правда, немногочисленных газовых (сероводородных) струй; 3) образование солевых выцветов немедленно после высыхания почвы, при чем выцветы появляются не сплошь по всей площади гуджирных полей или солонцов, а пятнами, что указывает с одной стороны на то, что солевые растворы подаются снизу и с другой, что пятна солевых выцветов отвечают местам выхода солевых растворов на дневную поверхность; 4) В. К. Котульским найден в районе селения Алга ряд горячих источников, находящихся, повидимому, в районе той же тектонической трещины; анализ воды одного из источников был произведен Н. Н. Барабоскиным¹ (температура источника — 21° С):

Таблица XII.

	I	II
Вес сухого остатка в граммах	0,5772	—
SiO ₂	0,0406	7,04
(Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)	0,0005	0,09
Ca ⁺	0,0438	7,42
Mg ⁺	0,0016	0,28
K ⁺	0,0065	1,12
Na ⁺	0,1531	26,53
Cl [']	0,0171	2,96
SO ₄ ["]	0,2661	44,37
HCO ₃ [']	0,0182	3,15

I. Цифры анализа в граммах на 1 л.

II. То же, в % к сухому остатку.

Источник определенно серно-щелочный, т.-е. такой, который при определенных условиях накопления должен дать

¹ В. К. Котульский. *Op. cit.* стр. 97.

месторождения гуджира, мощность которых и способность к пополнению зависят от количества питающих месторождения источников и от дебита самих источников. При дебите, например, в 1000 ведер в сутки такой источник может дать в год:

$1000 \times 365 \times 16 \times 0,5772 = 3370,7$ кг твердой безводной соли, на долю растворимых минеральных элементов коей приходится около 73%. Переводя сухие соли в водные, получим 5157,2 кг солей, отвечающих приблизительно составу Баргузинских гуджирных месторождений. Приблизительный лишь состав потому, что возможно, что состав рапы несколько иной, более богатый сульфатами, чем первоначальный, полученный непосредственно при испарении соляного источника. На это указывает состав гуджира (см. ниже). Обогащение рапы сульфатами за счет карбонатов щелочей не только возможно, но даже вероятно идет здесь при помощи бактерий, на существование которых указывает, между прочим, нахождение элементарной серы (см. выше — находки в работающемся поле № 2; ниже — в почве берега оз. Цаган-Нур). Если же принять во внимание, что общая площадь для работающих гуджирных полей указывается П. Н. Бутыриным: $1,5 + 1,0 + 17,0 + 32,0 = 51,5$ дес. (55,72 км²) и что распространение пятен солевых выцветов весьма значительно, занимая иногда большие площади, в местах же, где находятся работающиеся озера, поступление растворов настолько велико, что озера при своих небольших размерах и малой глубине держатся более или менее постоянно, высыхая только в исключительно засушливые годы, — становится вполне понятным и приемлемым предположение, что обогащение гуджирных месторождений идет за счет ювенильных источников (точнее — смешанных с вадозными водами), несмотря на их, казалось бы, бедность твердым остатком.

У работающих гуджирных озер, как и у Алгинского завода, перерабатывавшего его в чистый безводный сульфат, сохранились штабели добытого гуджира. Взятый из штабеля у озера № 2 образец гуджира был мною проанализирован.

¹ П. Н. Бутырин. *Op. cit.*, стр. 17.

² Площадь эта значительно увеличится, если прибавить сюда еще работающиеся и те части работающихся, которые не занимают в настоящее время гуджирными озерами, но все-таки питают последние при помощи атмосферных осадков, смывающих в озера накопляющиеся на них выцветы гуджира.

Таблица XIII.

	I	II	III
Нераств. остаток	0,30	—	
(Fe, Mn) O	0,04	0,001	
CaO	0,06	0,001	
MgO	0,01	—	
K ₂ O	0,17	0,002	
Na ₂ O	43,20	0,696	43,69
SO ₃	56,04	0,700	56,31
CO ₂	нет		
Cl	сл.		
Пот. при прокал.	0,15		
	<u>99,97</u>		

I — анализ соли.

II — молекулярные отношения.

III — теоретический состав соли (безводный).

Таким образом, мы имеем сульфат натрия (и калия), с ничтожными примесями гипса и сульфатов магния, железа и марганца, слабо загрязненных примесью илестых частиц. Под потерей при прокаливании нужно разуметь, главным образом, воду и ничтожные количества органического вещества, вероятнее всего — гуминовых кислот, окрашивающих раствор соли в слабо-желтоватый цвет. Присутствие марганца установлено качественно, сплавлением соли с содой: сплав слабо-зеленоватой окраски.

Свеже взятый из штабеля образец — полупрозрачный агрегат столбчатых кристаллов серовато-белого цвета. Блеск стеклянный. Вкус горьковатый, холодящий. В сухом помещении и на воздухе под влиянием солнечного тепла начинает очень быстро выветриваться, превращаясь в рыхлую свежно-белую массу, снова легко поглощающую влагу из окружающего воздуха.¹ Условия лабораторного воздуха превратили соль в безводную, в действительности же мы имеем дело, очевидно, с *мирабилитом*.

Далее к востоку по левому берегу р. Баргузина у старого Баргузинского Дацана находятся два горько-соленые озера, разделенные не широким перешейком, носящие общее название *Цанан-Нур*. Озера расположены на левом берегу р. Аргоды

¹ Проба на поглощение влажности безводной (анализированной) соли дала следующие результаты: 1) в эксикаторе, над водой, в разреженном пространстве: на 4-й день — 61,85%; на 7-й день — 85,75%; 2) в эксикаторе над водой, без разрежения: на 4-й день — 15,48%; на 18-й день — 62,33%. Опыт далее не велся. Очевидно, по крайней мере, для первого случая, что в конце концов соль распылилась бы.

(по карте В. К. Котульского — старое русло р. Аргоды), приблизительно в 4 км от впадения последней в р. Баргузин. Площадь, занимаемая озерами, довольно значительна, несколько десятков гектаров. По рассказам бурят озера мелки, дно их покрыто толстым слоем черного ила. Цвет воды — беловатый (по терминологии П. Н. Бутырина озеро — гуджирное), вкус ее — слабогорьковатый. Вблизи берегов наблюдаются во многих местах выделения газа, пахнущего сероводородом, — мелкие, редкими пузырьками. Возможно, что здесь мы имеем газ вторичный, биохимического происхождения. В озере водится рыба (карась), что указывает на значительное опреснение озера водами легко и часто разливающейся р. Аргоды.

На несколько повышенном над уровнем озера юго-восточном и южном берегах озера, покрытых редкой солонцеватой растительностью, местами же совершенно бесплодной, встречаются на более сухих местах пятна солевых выцветов белого и серовато-белого цвета. Собрать чистый материал не удалось, так как слой покрывающей соли был очень тонок. Пробу пришлось взять прямо с почвой, которая также была вся пропитана солями. Анализ пробы (А. В. Николаев) дал следующие результаты:

Таблица XIV.

	I.	II.	III.
Нераств. остаток	26,50	—	—
Al ₂ O ₃	0,13	0,18	0,0018
Fe ₂ O ₃	0,04	0,05	0,0003
MnO	сл.	сл.	—
CaO	0,01	0,01	0,0002
MgO	0,02	0,02	0,0005
K ₂ O	0,19	0,26	0,0029
Na ₂ O	28,06	38,18	0,6150
			Σ = 0,6207
SO ₃	3,09	4,20	0,0525
Cl	0,92	1,25	0,0260
CO ₂	22,95	31,16	0,7082
			Σ = 0,7897
H ₂ O	17,81	24,23	1,3494
	99,72	99,54	

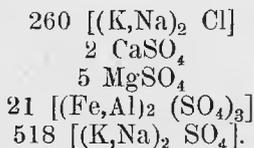
I. Анализ природной соли.

II. Перечисление цифр I столбца на чистую соль.

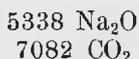
III. Молекулярные отношения.

Солевая вытяжка окрашена довольно интенсивно в бурый цвет, что указывает на присутствие гуминовых кислот, на каковые и должен быть отнесен недостаток до 100%.

Мы имеем здесь, очевидно, смесь солей, в которых основную роль играет какой-то карбонат. Исходя из молекулярных отношений (III столбец) можно дать вероятный состав солей, входящих в природную соль (выцвет), полагая, что хлор соединен с калием и натрием, серная кислота с CaO, MgO, (Fe, Al)₂ O₃; остаток серной кислоты покрывается щелочами. Таким образом, в качестве примеси (около 7⁰/₁₀ на безводные соли) к основному карбонату, будем иметь



В остатке имеем



с отношением $Na_2O : CO_2 = 1 : 1,33$ или 3 : 4, т. е. имеется некоторый избыток угольной кислоты, который должен быть отнесен на бикарбонат. Следовательно, основной карбонат составлен двумя компонентами: 1) углекислым натрием, $Na_2O.CO_2$, и 2) двууглекислым натрием, $2Na_2O.3CO_2$, с отношением между ними 1 : 1, что отвечает минеральному виду *трона* (*урао*).

Попытка получить чистое вещество, более или менее свободное от примесей и, главное, от органического вещества—не удалась. После двукратной перекристаллизации получились прекрасные, легко выветривающиеся кристаллы соды, как показывал их анализ (А. В. Николаев):

Таблица XV.

	I.	II.	III.
K ₂ O	0,25	0,0266	} 54,4
Na ₂ O	45,58	0,7350	
CO ₂	32,47	0,7373	
SO ₃	1,22	0,0140	1,0
Cl	сл.	—	—
H ₂ O	20,74	1,1512	82,2
Σ	100,23		

I. Цифры анализа.

II. Молекулярные отношения.

III. Молекулярные отношения, приведенные к единице.

Соль в условиях лабораторного помещения значительно выветрена. Она очень гигроскопична и малейшие колебания влажности сильно меняют вес соли в ту или другую сторону.

Говорить в настоящее время о генезисе выцветов не приходится, так как данных для этого слишком мало. Месторождение это представляет значительный интерес, может быть практический, и во всяком случае, научный, так как с одной стороны, если не ошибаюсь, это первое в России месторождение троны и с другой — чрезвычайно любопытно образование здесь названного минерала, повидимому, из сульфатных растворов, превращение его снова в сульфат, в каком виде он и поступает уже в озеро.

Нерастворимый остаток, полученный после извлечения соли, состоит, главным образом, из кварцевых зерен и глинистого вещества с небольшой примесью полевых шпатов и слюд. Вся масса окрашена водной окисью железа. Наиболее интересной для нас будет примесь:

S сульфидной	0,53%
S элементарной	0,19%

Первая отвечает содержанию в песчанике 0,99% пирита. Серо же элементарная явилась здесь как результат окисления сероводорода, который играет, возможно, крупную роль в жизни этого месторождения.

Сказать что-либо положительное о происхождении как озера Цаган-Нур, так и солевых выцветов на берегах их, — затрудняюсь. И. Лопатин указывает на нахождение выцветов в гуджирных озерах по обе стороны р. Аргоды, вверх по течению, по обоим берегам ее.¹ Характер солевых выцветов неизвестен, но судя по таковым у озера Цаган-Нур, а также и в других пунктах Баргузинской долины на обоих берегах р. Баргузина (улус Улюнчикан, между улусами Оян и Кучихыр, ряд пунктов по левому берегу р. Баргузина от устья Гарги до Семь солончаки у д. Телятниково и т. д.), нужно думать, что солевые выцветы образуются на поверхности в форме пятен, т.-е. носят тот же характер, что и выцветы Алгинских месторождений. Следовательно, и здесь мы как бы имеем дело с источниками вероятнее всего ювенильного происхождения, с трещинами

¹ И. Лопатин. *Op. cit.*, стр. 27.

тектонического характера. Приняв же в основу положение В. К. Котульского, что источники Баргузина приурочены к краям долин — грабенон и отнеся его целиком также и к тем формам рельефа, которые явились как результат тех же дислокационных явлений и резко изменили первоначально равнинный характер (или близкий к нему) долины, — мы должны ожидать и здесь, в долине р. Аргоды, явления сбросового характера, подобного тому, что видели и в Алгинско-Душаланской низине.

В Баргузинской долине намечаются два главных направления тектонических трещин NO — SW и NW — SO, по которым, повидимому, происходили смещения как общего, так и частичного характера. Характер пород, слагающих долину р. Баргузина, именно песчаных и песчано-глинистых отложений, образовавшихся из выносов мощных горных рек, впадавших некогда в залив, — не мог оставить и не оставил свидетелей бывших здесь смещений, в виде например, брекчий тревия. Наоборот, рыхлый, легко смываемый материал послужил к тому, что, несмотря на сравнительно короткий промежуток времени, часто смывается, сглаживается, при благоприятных к тому условиях, тот единственный физический признак сброса — откосы, образованные, скажем, после сброса благодаря естественному скату сыпучих тел. Так, например, мне не удалось найти и следов сброса, правда, небольшого, в окрестностях Усть - Баргузина, происшедшего в 1906 г. и констатированного В. Д. Рязановым. Следы размывания береговых террас также обычны, хотя они, казалось бы, должны быть более стойкими, так как в основе их лежит более крупный обломочный материал (валуны, галечник). Поэтому, в настоящий момент приходится пока ограничиваться одними предположениями, наиболее допустимыми и вероятными на основании тех фактов, которые пока имеются. Несомненно, область Баргузинской долины чрезвычайно интересная в научном отношении, а может быть и в практическом, в конце концов подвергнется более тщательному и детальному обследованию, которое вскроет нам истинную ее физиономию.

Наконец, третья самая обширная, повидимому, область распространения гуджирных озер и солевых выпцетов находится в районе улуса *Кармадун* (Большой Куйтун). Здесь к юго-западу и северо-востоку от улуса расположена масса мелководных, почти лишенных растительности или со скудной растительностью озер. Постольку, поскольку пришлось наблюдать во время пути, по

берегам озер, расположенных по обе стороны дороги, наблюдаются более или менее обильные солевые выцветы. Характер солей остался мне неизвестен, так как взятая в одном месте проба во время дальнейшего пути по ужасным дорогам правого берега р. Баргузина — погибла.

Исследование гуджирных озер, как этого района, так и вообще всех известных в Баргузинской долине, как имеющих большое экономическое значение, — должно быть делом ближайшего будущего. Бюджет населения долины, главным образом русской ее части, в настоящее время основан преимущественно на земледелии. Чрезвычайно капризный, непостоянный климат сплошь и рядом выбивает население даже из его скромных расчетов, заставляя искать побочный заработок в виде рыбной ловли, охоты, и пр. В виду этого, тот небольшой, но более или менее постоянный заработок, который могло бы дать возобновление бывших здесь когда-то разработок гуджира, был бы истинным благодеянием для Баргузинского населения.

Химическая Лаборатория
Геологического Комитета.
15 ноября 1926 г.

К минералогии месторождений по р. Слюдянке.

Г. П. Черника.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения
Физико-Математических Наук 6 апреля 1927 года.)

В июне 1926 года я получил от К. А. Ненадкевича предложение отправиться, совместно с инженером Н. И. Влодавцем, в Слюдянку с тем, чтобы там завятыся добычей ортита для треста „Редкие Элементы“.

Добыча ортита сдана была им местному жителю, старателю М. И. Якунину сдельно, что значительно упростило нашу задачу, а так как Якунин относился в достаточной мере отрицательно к применению для работ взрывчатых веществ, предпочитая кайлу, то мы имели время совершать экскурсии в ближайшие окрестности Слюдянки и собирать материал для Минералогического Музея АН.

К сожалению, будучи крайне стеснены в материальных средствах, мы не могли углубить нашу научную работу и должны были ограничиться сбором только того материала, который возможно было получить, применяя свой личный труд, молоток и зубило, и который можно было вынести на своих плечах.

В то время, когда была уже набрана настоящая статья, появился в печати труд С. С. Смирнова „Материалы к геологии и минералогии южного Прибайкалья“, издание Геологического Комитета 1928 г., представляющий сводку работ его в Прибайкалье в 1923 и 1924 гг.

Само собою разумеется, что имея в своем распоряжении для полевой работы во много раз больше времени, нежели тот месяц с небольшим, в течении которого мы урывали время для экскурсий от нашей прямой задачи — добычи ортита, а также 4 года времени, протекшего со времени последней командировки (1924 г.) С. С. Смирнова в Слюдянку, наконец то обстоятельство, что он геолог с большим практическим стажем — станет понятным, что он имел возможность углубить и расширить свои исследования и создать из результатов их более или менее

капитальный труд, на принадлежность к каковым наша работа отнюдь не претендует.

Из просмотра труда С. С. Смирнова автор убедился, что серьезных расхождений в обоих трудах нет и потому, если одной из задач С. С. Смирнова было дать своего рода путеводитель специалисту, отправляющемуся в район Слюдянки, то повидимому наша заметка может в некоторых случаях послужить не совсем бесполезным к нему дополнением.

I.

Ближайшие окрестности Слюдянки расположены на северных склонах водораздельного массива Хамар-Дабана, ограничивающего с юга байкальскую котловину в том месте, где находятся его гольцы: Быстринский, Комар и Безымянный. От этих гольцев с северной их стороны отходят в сторону оз. Байкала несколько хребтов, принимающих несколько северо-восточное направление и служащих водоразделами для небольших речек, изливающихся в озеро: Култучной, Талой, Пахабихи, Слюдянки, правой и левой составляющих речки Безымянной и др. Речки эти носят горный характер и текут по ущельям, называемым на местном наречии „падами“.

Самая высокая точка гольца Комар, поднимается на 1.588 м над уровнем оз. Байкала, остальные два гольца уже ниже: Безымянный — 1.512 м, а Быстринский всего лишь 1.361 м. Абсолютная высота оз. Байкала над уровнем океана 464 м.

Работа наша протекала, главным образом, в падах Улунтуе и на речках Слюдянке и Пахабихе, текущих, приблизительно параллельно между собою и разделяющихся возвышенностью в виде водораздельного хребта, отдельные точки которого достигают высоты 500 м над уровнем оз. Байкала, при чем в общем гребень его возвышается не более, чем на 300—400 м над тем же уровнем. Правый берег р. Слюдянки образован откосами возвышенностей, отделяющихся в виде небольших хребтиков от Становика — местное название хребта, отходящего от гольца Комар. Левый же берег р. Пахабихи составляют откосы хребта, носящего местное название Комар, по которому шла старая Комаринская дорога. Западные откосы того же хребта Комар спускаются в ложину, по которой протекает речка Большая Быстрая — приток р. Иркуты, впадающего в р. Ангару. Речки Слюдянка и Пахабиха имеют длину в 20—25 км, при чем

первая несколько длиннее второй, речки Талая и Култучная значительно короче, беря свое начало в северных отрогах хребта Комар.

Местность эта принадлежит к числу наиболее древних (до-кембрийских) участков суши Евразии (Зюсс, Обручев, Ячевский и др.), хотя Делонэ, Теталь и пр. оспаривают это.

В районе¹ наибольшим развитием пользуются кристаллические известняки, за ними следуют, прорезывающие их местами, различные кристаллические сланцы преимущественно гнейсовидной структуры, более или менее богатые слюдой, далее пироксеновые, амфиболовые, гиперстеновые и т. п. породы, преимущественно сланцеватых типов, затем кварциты и кварцевые сланцы. Кроме этих пород в районе наблюдаются во многих местах выходы пегматитовых жил, в расположении которых трудно подметить какую-либо закономерность: можно сказать лишь, что район покрыт довольно густой сетью их. По количеству встречающихся в них минералов, кварцевые сланцы являются наиболее бедной ими породой, и в них встречается только *моноклинический пироксен* и *роговые обманки*; в кварцах же, переслаивающихся с известняками не редок голубой апатит в виде прослоек и скоплений неправильной формы и диопсид.

Сланцы, содержащие кроме *кварца* и *биотита*, также и *полевые шпаты*, по строению напоминают гнейсы. В известняках наиболее часто встречающимися минералами являются: *пироксены* и *роговые обманки*, полевые шпаты, кварц биотит, флогопит, апатит, несколько реже *ильменит*, *сфен*, *скаполит*, еще реже: шпинель, пирит, *доломит* и пр. (С. С. Смирнов, А. К. Мейстер). Слюды, почти исключительно флогопитового типа, приурочены нередко к очень красивым *кальцитам* цвета крем² или абрикосового и часто сопровождаются различными контактными минералами: *скаполитом*, *морокситом*, *байкалитом* и т. д. и прорастают *полевыми шпатами*. Из только-что перечисленных минералов особенно интересен и обычен светло-зеленый пироксен — *байкалит*, от которого и сами известняки

¹ Здесь мы имеем в виду только район, ближайший к поселку, где господствуют преимущественно кристаллические известняки, за которыми к югу, примерно от параллели, пересекающей р. Слюдянку в 9 верстах от ее устья, начинается гнейсовая зона.

² В этих кальцитах обнаружено автором присутствие небольших количеств редких земель.

получили название *байкалитовых*. Количество минералов заключающихся в известняках изменяется в очень широких пределах; местами они даже преобладают над самим кальцитом. Здешние мраморы по большей части крупнозернисты; преобладающими цветами их являются: белый различных оттенков (чисто белый, голубоватый, сероватый и красноватый) и абрикосово- и мясо-красный, также различных оттенков.

Заслуживает упоминания интересная порода, состоящая из переслаивающихся между собою самым неправильным образом мелкозернистого известняка и сахаровидного или сливного кварца и, почти всегда, *диопсида*. Здесь же нет недостатка в прослойках и гнездо- и линзообразных включениях голубого *апатита*. В этой же породе очень редко находят также ванадиевый диопсид-*лавровит*. Порода эта проходит в виде жилы, обнажающейся, между прочим, в копи Каберова (№ 37 схемы; см. схематический план), в копи кварцевой (№ 33), и слюдяной (№ 31), в копи Зильберминца (№ 22), в обнажениях на горе Картагае (№№ 43 и 7) и в карьерах (№ 4) — в месте добычи кварцевого песка.

Пироксеновые и амфиболовые гнейсы обнажаются на дневную поверхность во многих местах откосов ближайших к озеру; так например их можно встретить довольно часто на откосах водороздельных возвышенностей: между рр. Пахабихой и Талой, Слюдяной и Пахабихой, и на восточных склонах водораздела между падами рр. Слюдянки и Улунтуя, а также на г. Картагае и т. д.

Породы, близкие по составу к пироксеново-амфиболовым имеют зеленый цвет и слоистую текстуру; большей частью они средней крупности зерна. Из полевых шпатов в них более обычен *плагиоклаз*, реже попадается *микроклин*; не редок в них и *биотит*. Кварц иногда наблюдается в значительных количествах, иногда же его мало.

В ближайшем к поселку районе нет особенно больших инвекций пегматитов; наиболее значительные находятся на горе Картагае и верховьях пади Сухой Ручей, зато мелкие выходы этих пород попадают чрезвычайно часто. Незначительные выходы пегматитов не позволяют проследить жилы их на сколько-нибудь значительном протяжении, быстрое выкливание и местные раздутия — вот причины, делающие затруднительным нанесение их на карту. Минералогический состав



здешних пегматитов очень разнообразен: большей частью в них преобладают макро-и микропертитовый микроклин и кварц, плагиоклаз и альбит попадаются реже, хотя встречаются и исключительно плагиоклазовые пегматиты. Кроме этих минералов, в них находят: пироксены, роговую обманку и слюды, в меньших же количествах: сфен, циркон, гранаты, апатит, турмалин, кальцит, ортит и пр.

На водоразделе между речками Пахабихой и Талой встречаются также выходы базальтов. А. К. Мейстер относит их возраст к юре или миоцену.

Возвышенности, ограничивающие с боков лощины, спускаются к ним довольно крутыми склонами, поросшими осиновым и березовым молодняком и сильно задернованными, каковое обстоятельство делает их очень неудобными для изучения. На этих-то откосах местами попадаются выходы пород (по местному „гривки“), почти всегда жильных, в виде гребешков небольшого протяжения в длину. Большинство таких обнажений имеет очень крутые бока, делающие их довольно трудно доступными. Эти-то „гривки“ часто прорезываются жилами *гранитных пород и пегматита*, а иногда и штоками *кварца*. В таких местах пегматиты нередко переходят в типичный *письменный гранит* и, более или менее чистый, *полевоы шпат*, который до войны здесь и добывался во многих местах для надобностей керамической промышленности.

Не доходя приблизительно 3 км до озера Байкала, лощина, по которой протекает р. Слюдянка, упирается, как вследствие того, что откосы водораздельного хребта между Слюдянкой и Пахабихой заворачивают к западу, так и оттого, что возвышенности правого берега речки уклоняются к востоку. Здесь-то и начинается лог, имеющий, в общем, направление близкое к меридианальному с уклоном несколько к востоку—так называемая падь Улунтуй.

Устье этой пади с восточной стороны ограничено возвышенностью, составляющей водораздел между падами Улунтуй и Сухой Ручей. Возвышенность эта носит название горы Картагай; склоны ее задернованы и поросли молодняком. По направлению к озеру, гора Картагай спускается крутыми, местами скалистыми, откосами, в которые врезано полотно железной дороги.

Сам поселок расположен в низине, но некоторые его здания возводятся на подошву откоса Картагая. Здесь находится выход пегматитов (№ 42), не представляющих впрочем, в смысле

содержания в них минералов, ничего интересного. Вблизи этих обнажений, у самой околицы поселка и склоне „гривки“, обращенном в сторону железнодорожных мастерских, в обломках *доломитизированной известняка* попадает мелкая *шпинель* темносинего цвета (№ 41).

Следуя отсюда далее к пади Улунтуй, в ближайшем „распадке“¹ мы находим ломки *мрамора* (№ 11), которые вместе с ломками №№ 12 и 14 обслуживают надобности соседнего кладбища. Мрамор в карьерах №№ 11 и 12 — белый или почти белый, а в № 14 — абрикосового цвета. Между ломками №№ 12 и 14 в обнажении гнейсовидной породы находится карьер № 13, в котором добывается бутовый камень. По словам Якунина здесь были отдельные случаи нахождения *ортита*. За кладбищем откос заворачивает в сторону пади, в которой расположен динамитный погреб (№ 19) и его сторожка (№ 20). Здесь возле заворота небольшой карьер (№ 17), откуда берут также бутовый камень. Эти ломки находятся в гнейсовидной породе, прорезанной жилой *пегматита* небольшой мощности, не заключающей ничего интересного. Местами гнейсовидная порода переходит в гранит. Несколько дальше этого карьера и немного выше его находится, по словам местных жителей, вход в пещеру, хорошо маскированный зарослями молодняка и глыбами камня; мы в этой пещере не были.

В верхних частях склона Картагая, обращенного приблизительно на юго-запад, расположены два скалистые обнажения (гривки) № 43. Нижний из этих двух скалистых гребешков представляет выходы штоков *кварца* и кварцитовых пород, местами прорезанных полевошпатовою породою гранитного типа, довольно мелкого зерна, содержащей значительное количество *магнетита*.

Верхнее обнажение имеет несколько иной характер: местами в кварце появляются полевые шпаты, количество которых постепенно возрастает, и порода превращается в *пегматит* и *пильменный гранит*, содержащий магнетит. Вообще в этом обнажении везде довольно много *магнетита* и *пироксена*, контакты же местами довольно богаты *сфеном*, там же нередко попадает и *циркон*.

¹ „Распадком“ на местном языке зовут пади меньших размеров, отходящие от главных; „падушками“ же — еще меньшие пади, отходящие от распадков.

По словам Якунина, в этом обнажении найдены были также *радиоактивные минералы*, но, несмотря на наши тщательные поиски, мы их найти не могли.

В этом же обнажении, на контакте пегматита, наблюдаются те же силицифицированные известняки с диопсидовой породой и прослойками кварца и голубого *апатита*, которые наблюдаются в коях №№ 4, 22, 31—33, 37 и вблизи № 7.

Несколько ниже этих обнажений и несколько восточнее их находятся два карьера, в которых некогда добывался *полевой шпат*. Они носят название ортитовых копей горы Картагая:

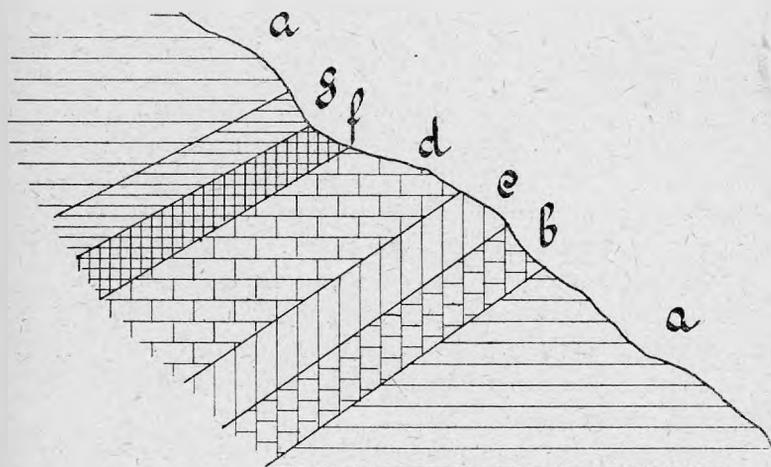


Рис. 1.

верхняя — № 1 и нижняя — № 2. На нашей схеме они обозначены соответственно №№ 15 и 16.

Ортитовая копь № 1 (№ 15 нашей схемы) заложена в жиле *пегматита*, мощность которой достигает 2 м. Она, также как и другие разрабатывавшиеся раньше копи, в настоящее время сильно завалена глыбами камня и трудно доступна для изучения; насколько это изучение явилось возможным, строение копи представляется примерно в следующем виде (см. рис. 1).

Толща байкалитовых известняков, из которых сложен массив Картагая, прорезана полевошпатовою породою сиенитового типа, состоящей из преобладающих количеств кварца и полевых шпатов (в числе последних ортоклазовый тип сильно доминирует над

плагноклазами).¹ Порода эта на профиле значится под литерой *b* и содержит довольно много *роговой обманки* и значительно меньше *авгита*. На контактах ее часто можно наблюдать *сфен*, а изредка также и *циркон*.

Постепенно порода эта переходит в *пегматит*. Последний не одинаков по всей своей толще (мощность его достигает 2—2,5 м). В нем преобладает *микроклин*, *плагноклаз* же имеет подчиненное значение; нередко попадает и *роговая обманка*. Постепенно количество полевых шпатов возрастает, и порода переходит в *чистый полевой шпат*, который затем понемногу уступает место типичному *письменному граниту*. Эти три породы значатся на профиле соответственно под литерами *c*, *d* и *f*.

По К. Ф. Егорову, в пегматите гнездообразно залегает *ортит*, заполняющий иногда и полости в породе. Нами подобного ортита не найдено — единственная, найденная нами в этой копи плитка ортита, представлялась таким же кристаллом, какие находятся и в других копиях. На другом контакте пегматитов находится очень богатая кварцем порода, содержащая *диопсид* и *апатит*, повидимому та же самая, которая наблюдается в карьере кварцевого песка (№ 4), копи Каберова (№ 37) и других. В пегматите довольно обыкновенен *магнетит* и *пироксен*, количество последнего сильно возрастает на контактах. Среди плагноклаза найдены несколько штуфов с сильно развитым свойством *адуляризации*.

Ни *циркона*, ни того радиоактивного минерала, на который указывает К. Ф. Егоров, мы не нашли ни в самой копии, ни в отвалах; черный минерал, не обладающий свойствами радиоактивности, найденный нами в небольшом количестве, вероятно — *турмалин*.

Несколько ниже и приблизительно в 60 м, расположена еще одна небольшая выработка, носящая название ортитовой копи № 2 Картагая (на нашей схеме № 16). Она, также как и предыдущая копь, сильно засорена отвалами.

Здесь также обнажается на дневную поверхность жила *пегматита*, богатая *пироксеном* и включениями железистых минералов, преимущественно *магнетита* (рис. 2).

¹ Копь настолько засорена глыбами отвала, что нижнего зальбанда этой породы обнаружить не удалось и, быть может, вместо байкалитовых известняков порода налегает на кварцево-диопсидовую породу с апатитом.

Байкалитовые известняки (*a*) прорезаны гнейсоподобной породой богатой *биотитом* с очень явственно выраженной слоистостью (*h*). Порода эту отделяет от пегматита (*e*) довольно тонкая прослойка сильно разрушенного пегматита (*e₁*), чрезвычайно богатого *магнетитом*, *пироксеном* и крупным *сфеном*. По обилию последнего минерала с этой копью не может равняться ни одно из слюдяных месторождений, в отношении же магнетита — разве одна только копь Вернадского (№ 26). Самый пегматит крупнозернист и постепенно переходит в *письменный гранит*; местами в нем почти совершенно исчезает кварц, и порода представляет *чистый полевой шпат*, который здесь одно время и добывался. Копь эта, также как и № 15 очень засорена глыбами отвалов и потому забанды этого выхода видеть не удалось. Возможно, что к ним примыкает та же кварцево-диопсидовая порода с голубым апатитом, которая наблюдалась и в смежной с нею верхней копи (№ 15). За вероятность этого говорит присутствие в отвалах кусков этой породы.

По словам Якунина, здесь прежде добывался *ортит*, нами же была найдена всего лишь одна его плитка в разрушенной пегматитовой породе, богатой сфеном, о которой только что упомянуто.

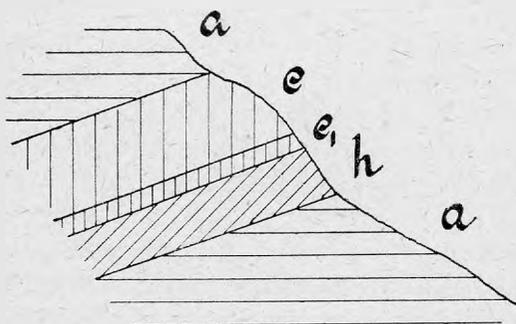


Рис. 2.

По словам того же Якунина, породы, очень сходные с теми, которые обнажаются в этой копи, наблюдаются и по ту сторону пади Улунтуй, неподалеку от слюдяных копей (№ 29), разрабатываемых Институтом Прикладной Минералогии. Таким образом, можно было ожидать прохождения пегматитовой жилы под наносами пади. Обнажение ее здесь действительно и было найдено в небольшой промоине, неподалеку от сторожки динамитного погреба (№ 21). Здесь оказались те же *пегматиты*, богатые *пироксеном* со *сфенами* и *магнетитом*, и такой же *письменный гранит*.

Миновав распадок, в котором находится динамитный погреб, и следующий за ним выступ Картагая, мы имеем, отходящий влево, второй распадок, за которым, на вдающемся влево ответвлении пади Улунтуй, находится ряд небольших обнажений (№ 22) в виде скалистых хребтиков, состоящих преимущественно из кварцевых пород, расположенных довольно низко над дном пади. Находящаяся здесь небольшая ломка носит название копи Зильберминца (по номенклатуре К. Ф. Егорова — жила № 8). Жила эта носит крайне неправильный характер, напоминая собой серию отдельных гнезд, что делает изображение ее профиля весьма трудным.

Толщи байкалитовых известняков (*a* на рис. 3) прорезаны диопсидово-кварцевой породой (*i*), состоящей из сильно силифицированного известняка и диоксида,

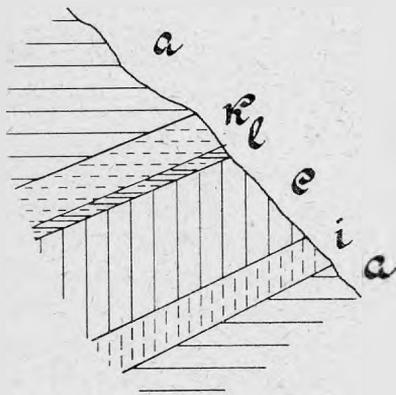


Рис. 3.

переслаивающихся без всякого порядка с сахаровидным, местами же зернистым кварцем и голубым апатитом, той самой, которая обнаруживается в копиях № № 37, 15 16, 4 и др. Порода эта находится в контакте с пегматитом (*c*), типа *аплита*. Далее следует довольно тонкая прослойка мелкозернистой породы (*l*) очень богатой мелким *пироксеном*, местами образующим неправильной формы

скопления, желваки и прослойки. На контактах здесь много мелкого *сфена* и *циркона*. В этой же прослойке довольно много *магнетита*. За ней следует кварц (*k*), в котором попадает *пироксен* и изредка мелкий *циркон*.

Пегматит (*c*) типа *аплита* состоит, главным образом, из обладающего количеством *микроклин-пертита* белого цвета, иногда с зеленоватым оттенком, несколько просвечивающего и местами обнаруживающего явление *адуляризации* (в довольно, правда, слабой степени), несколько меньшего количества кварца сероватого цвета (кварц большей частью зернистого строения в виде довольно крупных включений, чаще бесформенных, иногда же носящих следы кристаллических плоскостей) и серовато-зеленого

пироксена. Здесь же не редок черный гранат (анрадит) и, в меньшем количестве, попадаетея *турмалин* того же цвета. *Магнетит* здесь попадаетея, но не часто; изредка попадаются небольшие *цирконы*.¹ Кроме этих минералов, совсем не редки бесформенные включения красивого, *ярко-оранжевого цвета* магматического *кальцита*, а также *сфен*, количество которого значительно возрастает на контактах. По указанию С. С. Смирнова, в оранжевом кальците содержится небольшое количество железа и марганца, но чему обязан особенный цвет минерала — пока еще не удалось выяснить.

Как величайшая редкость, в этом пегматите попадаютея *минералы, содержащие уран*, и в числе их *менделеевит*.

Следы такового найдены были действительно Н. И. Влодавцем в отвале, что же касается личных сборов автора, то, хотя среди них есть небольшие количества *минералов, в которых экспериментальным путем доказано содержание урана*, но они по своему наружному виду довольно сильно отличаются от обеих разновидностей менделеевита, имеющихся в коллекции Минералогического Музея АН.

Насколько является возможным судить по наружному виду, два из них — *танталониобаты редких земель, богатые ураном* — вероятно, что-либо вроде самарскита, либо представляют минералы *бетафитовой семьи*,² третий же еще значительно богаче ураном, но очень беден редкими землями и стоит ближе к *урановым смоляным рудам*.³

Ничтожное количество собранного автором радиоактивного материала, вероятно, позволит сделать только несколько отдельных испытаний мокрым путем и радиологических проб, производство же полных анализов едва ли будет возможно. На наш взгляд, копь № 22 — одно из наиболее интересных месторождений редких минералов слюдянского района и заслуживает большего

¹ Здешние цирконы отличаются от подобных жил минералов других копей большим разнообразием цвета. Качественная проба одного, очень темно окрашенного, хорошо образованного кристаллика обнаружила присутствие в нем *редких земель*.

² В то время когда была закончена рукопись настоящей статьи в Bull. de la Soc. Française de Minéralogie, t. L, p. 485 опубликован автором свой анализ одного из этих минералов, оказавшийся *бетафитом*.

³ Разборка сборов еще не закончена и потому, имеются ли кроме перечисленных еще урановые минералы, пока сказать трудно.

внимания нежели то, которое ей уделялось, но карьер довольно сильно завален вследствие беспорядочных работ, кои в нем велись, и потому требует предварительной расчистки.

Обнажения в виде участков скалистых зубчатых хребтиков, идущих вверх от копи № 22 состоят преимущественно из выходов кварца и кварцевых пород, а также пород, богатых *пироксеном*. Они имеют крутые склоны и потому трудно доступны для изучения. В них изредка на поверхности попадает мелкий *циркон*. Они просмотрены только в ближайшем соседстве с копьём № 22. Ту же жилу, которая обнажается в копи № 22, можно проследить, по словам Якунина, и по ту сторону хребта, соединяющего гору Картагай с хребтом Становиком, на откосах пади Сухой Ручей, но за отсутствием времени, обнажения эти нами не посещены.

Распадок, ограничивающий с запада хребтик с копьём № 22, довольно длинный и верхняя часть его находится уже на самом Становике, отделяя таким образом массив Картагая от смежной с ним возвышенности, примыкающей также к Становику, не имеющей специального наименования и названной нами условно „Производственной горой“. На этой возвышенности находятся многочисленные копушки, где искали слюды.

На западном склоне Производственной горы, уже в расстоянии около 5 км от Слюдянского поселка, несколько не доходя до того места, где падь Улунтуй раздваивается, в верхних частях горы, расположены слюдяные копи № 23, эксплуатируемые Производственным Отделом Забайкальской железной дороги; копи эти дают ежегодно 25—30 т *экспортного флогопита* и представляли в 1926 г. самое значительное место добычи слюды в Слюдянском районе.

Копи эти состоят из шести главных забоев, разрабатываемых в гнейсовой породе (с многочисленными инъекциями перматитов, разбросанных по занимаемому копиями району), частью открытыми выработками, частью же проходимых небольшими пахтами и штольнями, и многочисленных мелких, по большей части не разрабатывающихся в настоящее время. Здесь имеется целый ряд жил, идущих приблизительно в одном и том же направлении, при чем условия залегания здесь слюды в общем такие же как и в месторождениях № 29. В некоторых забоях флогопит работает в разрушенной до состояния дресвы породе, в которой попадает, в виде глыб большей или меньшей

величины, красивый *кальцит* цвета крем, реже абрикосового и сопровождается значительным количеством *апатита* (и *моросита*), *скаполита* и *байкалита*. Последние два минерала находят в большом количестве как в кальцитах, так и отдельно от них. Несмотря, однако, на обилие этих минералов, часто в виде хорошо образованных и очень крупных кристаллов, они сильно пропитаны водой и разрушены так, что при извлечении их почти все рассыпаются на мелкие части. Вообще эти месторождения слюды отличаются от сходных с ними разработок № 29 меньшей мощностью жил и значительно большим обилием байкалита.

Кристаллы слюды здесь по большей части мелкие, но отдельные глыбы ее попадаются иногда довольно значительных размеров: пластины, имеющие $0,5 \times 0,5$ м, не составляют здесь исключительной редкости. В одной из выработок находится большое скопление *байкалита* заполняющего полость в виде широкой трещины, стенки которой образуют сплошные щетки превосходных крупных кристаллов байкалита, однако настолько разрушенных, что при первой же попытке получить друзу этого минерала, он рассыпается в мелкие кусочки. Скопление это имеет 1,5—2 м в высоту и около 1 м в ширину.

Добываемая здесь слюда обрезывается по шаблону тут же на копи, и, таким образом, спускается вниз только вполне готовый к отправке экспортный, стандартизованный, материал. Здесь же возле каждого забоя имеются огромные отвалы негодной для обрезки по шаблону слюды, которую по словам штейгера, предполагается в будущем утилизировать на миканит.

Против места расположения копи, на дне самой пади построено „зимовье“ (деревянный рубленый барак), от которого к копиям по откосу ведет довольно-таки неудобная лестница в 475 ступеней.

Следуя далее вверх по пади Улунтуй, неподалеку от копей Производственного Отдела Забайкальской железной дороги находится еще одна слюдяная копь (№ 24), которую Якунин назвал нам „слюдяной копью Якунина“. Ныне она не разрабатывается. Судя по отвалам слюды, спускающимся с этой копи до самого dna пади, выработка велась в жиле аналогичной тем, в которых ведется работа Производственным Отделом в настоящее время.

Идя вверх по пади еще далее и дойдя до того места, где она раздваивается, мы имеем влево скалистые обнажения

гранитных пород (№ 25) богатых *магнетитом*. В этом месте, по словам Якунина, были случаи нахождения *радиоактивных минералов*, однако, за недостатком времени эти обнажения, довольно трудно доступные, нами осмотрены не были.

В левом разветвлении пади Улунтуй за этими выходами гранитных пород, примерно в расстоянии 1 км от зимовья, о котором сказано было выше, на высоте 80—100 м над дном пади, находится обнажение *пегматитовой жилы*, на которой расположена выработка (№ 26), называемая копью Вернадского. Самая копь мало заметна с дороги, идущей по дну пади, благодаря молодняку, которым порос откос, но на последнем ясно вырисовывается ее левый отвал. Богатые биотитом гнейсовые породы, залегающие здесь в непосредственном соседстве с выработкой, прорезаны штоками *молочного кварца* и находящейся с ними в контакте пегматитовой жилой, с гнездообразным раздутьем, мощностью в 3,5—4 м и более (быть может даже до 10 м). Последняя составлена из крупных кристаллов преимущественно *микроклин-пертита* со значительно меньшим количеством *плагиоклаза* и малым — *альбита*, а также *кварца*. Микроклин очень крупнозернист и обладает сильным блеском на плоскостях спайности; то же относится и к плагиоклазу. В пегматите много *магнетита* и *роговой обманки* в виде крупных включений. Кварца в пегматите сравнительно не так много, а биотит попадает редко.

В этом пегматите изредка попадает *ортит*, преимущественно в виде тонких плиток, несколько отличающийся по наружному виду от ортита других копей тем, что поверхность их часто свободна от продуктов его изменения. В кварце, за исключением небольшого количества *магнетита*, нами ничего не было найдено. Редко в этом пегматите можно найти мелкий *циркон*, байкалита же в нем нам не попадалось. Не найдено также и малакона, упоминаемого К. Ф. Егоровым в своей работе.

Копь эта в настоящее время сильно засорена глыбами пустой породы, оставшимися здесь после крайне небрежно производившихся кем-то порохострельных работ; не имея средств к ее расчистке, нам пришлось работать преимущественно в отвалах, кои, однако, просмотрены довольно внимательно, так как, по категорическому заявлению М. И. Якунина, уника Минералогического Музея АН — большой штуф менделеевита с малаконом,

найден был именно в копи Вернадского. В отвалах, однако, менделеевита нам не попалось, но найдено было небольшое количество *минерала черного цвета, определенно действующего на фотографическую пластинку*. Более детально минерал этот еще не изучен, и потому вопрос о природе его, пока должен считаться открытым. Также точно, уже в порядке лабораторной разборки сборов, найдено небольшое количество буровато-желтых радиоактивных землистых минералов, несомненно представляющих собою продукты изменения.

На том же откосе, почти в непосредственном соседстве с копьей Вернадского и несколько выше ее, расположены несколько заброшенных в настоящее время забоев, в которых пробовали добывать слюду. По характеру своему они, повидимому, сходны с копиями Производственного Отдела Забайкальской железной дороги и изобилуют *байкалитом* и *апатитом*.¹

На противоположном копи № 26 откосе, но по другую сторону того же разветвления пади, расположены несколько небольших выработок (№№ 27 и 28), в которых пытались добывать слюду. В настоящее время они заброшены и сильно завалены, судя же по их отвалам, породы, в них обнажающиеся, мало отличаются от выработок смежных с копьей № 26. Расположены они на откосах, сильно поросших лесом, не видны со дна пади, а потому разыскиваются не без труда.

Следуя теперь обратно вниз по пади Улунтуй, мы находим на восточном ее склоне многочисленные ямы больших или меньших размеров, в которых разыскивали *слюду*. Во многих из них она была найдена, но нигде размеры ее не достигали тех, какие находят себе применение в промышленности.

Только вблизи самого устья пади Улунтуй около того места, где она отходит от низины р. Слюдянки, находятся месторождения этого полезного ископаемого (№ 29), разрабатывающиеся Институтом Прикладной Минералогии.

Нижние части склона водораздельной возвышенности здесь сложены толщами гнейса, который, собственно говоря, и является вмещающей породой. Выше этих гнейсов залегает вдоль откоса неширокая зона известняков, которые по словам

¹ По словам М. Н. Якунина, в пади Улунтай, выше копи Вернадского, были случаи находки *радиоактивных минералов*, но более точных указаний от него получить не удалось.

М. И. Якунина, сверху прикрываются гнейсами, содержащими гранат, из которого сложена верхняя часть возвышенности.

Эта свита пород изобилует инъекциями пегматитовых жил. Повидимому, пластового характера. Самые жилы короче, скорее напоминающие жилообразные гнезда и имеют падение почти вертикальное. Толщина их весьма непостоянная, но по словам штейгера, редко превосходят 1,5 м.

Здесь в настоящее время имеются шесть главных забоев (рудники Макарьевский и Никольский), разрабатываемых на нескольких, приблизительно параллельных между собою жилах, расположенных очень близко одна от другой и имеющих направление с северо-востока на юго-запад.

Породы, обнажающиеся в этих жилах представляют большое сходство с теми, которые наблюдаются в Веринском руднике левого берега речки Слюдянки (№ 31) и коях (№ 23) Производственного Отдела Забайкальской железной дороги.¹

Строение жил далеко не однообразное: в большинстве случаев центральная часть жилы образована крупно-кристаллическим *кальцитом*, в котором от места до места можно найти хорошо образованные, очень красивого светло-зеленого цвета, по большей части, большие, прозрачные кристаллы *байкалита*, реже и *мороксита*. Цвет самого кальцита чаще всего кремовый, иногда же серый или абрикосовый. Среди этого кальцита нередко попадаются и кристаллы *флогопита*, значительно реже также *скаполита*. К бокам количество флогопита сразу резко возрастает в такой степени, что образуются две полосы, состоящие из кристаллов флогопита и кристаллы кальцита становятся только веществом, заполняющим промежутки между ними. Местами полосы флогопита раздуваются, вытесняя кальцит к одному боку и составляя в таком случае заполнение центральной части жилы; иногда же наоборот — кальцит частично или даже совершенно вытесняет флогопит. По словам М. П. Якунина, когда-то работавшего на этих месторождениях, иногда флогопит меняется местами с кальцитом, хотя этого в работающей ныне жиле мы не видели. *Флогопит* попадает в крупных кристаллах, весом нескольких пудов, но значительных размеров рыночного материала не дает, так как даже самые чистые

¹ В этих же коях найден интересный *кальцит серно-желтого цвета*, несколько напоминающий по виду аррагонит.

кристаллы его щиплются на пластинке со смятием и искривлениями.

Ближе к зальбандам, количество байкалита возрастает, и порода превращается в байкалитовую породу, внутренняя поверхность которой местами представляет щетку хорошо образованных кристаллов *байкалита*.

Апатиты здесь преимущественно голубого цвета; зеленоватые встречаются реже. *Скаполиты* попадаются как одиночными кристаллами, так и целыми глыбами, состоящими из сросшихся между собою, преимущественно боковыми гранями, кристаллов. Здесьние скаполиты¹ белого цвета и часто довольно сильно изменены, другие же сверху бурого цвета, более или менее темного оттенка (местные жители зовут такие скаполиты „рубашковыми“). Кристаллы скаполита нередко очень хорошо образованы и подчас достигают значительных размеров: автором найден был один кристалл „рубашкового“ скаполита, весящий 7 кг; в настоящее время он находится в Минералогическом Музее АН. Другой хороший кристалл этого же минерала, присланный Якуниным, весит около 3,5 кг.

В крайнем (южном) забое флогопит попадает в виде очень больших, часто превосходно образованных кристаллов. Внутри последних нередко попадаются вросшие кристаллы *байкалита*, *апатита*, *скаполита* и *кальцита*, реже *полевого шпата*. Само собою понятно, что подобные, проросшие другими минералами кристаллы флогопита, теряют всякую рыночную ценность.

Из других минералов часты в забоях *лимонит* и другие окисные минералы железа.

Забои расположены на высоте 60—80 м над дном пади, и к ним устроена дорога, по которой подвозят воду и различные строительные материалы для работ.

В сущности говоря, правильной добычи слюды здесь в 1926 г. еще не было, и дело еще только налаживалось. Возле расчищаемых в настоящее время забоев образовались большие отвалы этого полезного ископаемого, ожидающего своего применения на изготовление миканита.

¹ Наиболее богат крупным скаполитом, повидимому, крайний юго-восточный забой; там же попадаются наиболее крупные апатиты и слюда.

Разработка этих месторождений флогопита ведется уже давно она начата еще до войны М. И. Якуниным, а затем велась еще Г. Андреевским.

Переходя теперь к копиям, расположенным в пади речки Слюдянки и низменности, по которой она течет в своих нижних частях, мы видим, что разрабатывающихся немного и они приурочены исключительно к откосам левого берега речки.

Самыми западными копиями, расположенными несколько в стороне, являются два месторождения: ортитовая копь Мейстера (№ 40), копь Разсохина и некоторые другие, посетить которые мы не имели времени. Особенно жаль, что не удалось побывать на копи Мейстера, изобилующей мелкими таблицеобразными кристалликами ортита.

Из только-что сделанного перечня месторождений минералов в пади Улунтуй видно, что ортит, требовавшийся Радиевому Институту мог быть добыт в следующих копиях: №№ 15 и 16 горы Картагая и № 26 (копи Вернадского), но карьеры эти оказались настолько сильно загрязненными большими отвалами, что М. И. Якунин, которому К. А. Ненадкевичем была сдана добыча этого минерала сдельно, еще до приезда членов экспедиции в Слюдянку, счел более для себя выгодным совсем отказаться от работы в этих копиях, остановившись исключительно на копи № 30 или, как он ее называл, „*ортитовой копи* № 2 р. Слюдянки“ („копь Якунина“). Копь эта действительно вполне оправдала его ожидания и дала нужное количество материала.

Ортитовая копь № 30 расположена на довольно крутом откосе левого берега р. Слюдянки на высоте приблизительно в 140—160 м над дном пади¹ и заложена в пегматитовой жиле и гнейсовидных породах, прорезывающих толщу пироксеновых известняков, из которых сложен массив.

Жила носит крайне неправильный характер, так что дать ее профиль очень трудно.

Пегматит состоит из преобладающего количества крупных кристаллов полевого шпата (местами длина кристаллов их достигает 0,5 м), преимущественно типа *микроклин-пертита*,

¹ Высота всех месторождений над дном падей определялась на глаз, так как не было барометра, почему на приводимые числа следует смотреть как на приблизительные.

значительно меньшего количества *кварца* и небольших количеств *биотита* и *альбита*.

В верхних частях карьера, ныне уже сброшенных в отвал, крупные кристаллы полевых шпатов были приурочены к средним частям жилы, ближе же к зальбандам пегматит постепенно делался менее крупнозернистым, заметно обогащаясь биотитом, альбитом и ортитом и в настоящее время зона крупного микроклин-пертита переместилась ближе к верхнему зальбанду. Эти крупные кристаллы полевых шпатов настолько крепко срослись между собою и проросли кварцем, часто заполняющим также и пространство между ними, что извлечь их в целом виде никак не удавалось. *Ортит* в небольшом количестве попадает изредка во всех частях пегматитовой жилы, но к зальбандам его количество сильно увеличивается. Гнейсовидная порода содержит очень большое количество *черной слюды*, которая сильно ее расщепляет, почему самая порода, заключая элементы гранита, *пироксеновые* и *амфиболовые* минералы, производит в то же время впечатление слюдяного сланца; она очень вязка. В ней попадает неподалеку от контакта *ортит*, но редко. Встречающийся здесь минерал, часто бывает с поверхности покрыт многочисленными чешуйками слюды, которая с ним крепко срослась. Плиточки подобного ортита небольшого размера и по большей части очень тонки, но зато среди них не очень редко попадает кристалл с головками.

На контакте между пегматитом и гнейсовидной породой местами залегает тонкая прослойка породы, сильно разрушенной до состояния дресвы и даже землистого вещества. Порода эта мелкозернистая, богата слюдой, но состоит из тех же элементов, как и пегматит. Таким образом, по своему составу она ближе к пегматиту, а по наружному виду напоминает гнейс. Толщина этой прослойки очень непостоянна; иногда она дает ответвления, иногда раздутия, иногда же и совсем выклинивается. Она оказалась сравнительно очень богатой *ортитом*, хотя таковой в ней распределен очень неравномерно: попадают гнездообразные скопления плиток ортита, из которых удалось извлечь несколько килограммов этого редкоземельника.

Там, где эта прослойка выклинивается, пегматиты непосредственно соприкасаются с гнейсоподобной породой (на местном языке ее зовут „серовиком“), хотя далеко нельзя сказать, чтобы в таких местах были резкие контакты: здесь пегматиты

довольно сильно разрушены и представляют собою породу с составом и цветом пегматита, структура же их стоит близко к гнейсам. Из этой-то полуразрушенной породы добыта главная масса *ортита* который распределен в ней столь же неравномерно, как и в землистой прослойке. Близ нижнего контакта пегматита, в нем попадаются местами довольно тонкие прослойки породы, состоящей почти целиком из чрезвычайно крепкого, мясо-красного полевого шпата, в которой вросли небольшие, тонкие, но очень свежие плитки *ортита*, на поверхности которых обычно сидят мелкие *цирконы*, в которых нет недостатка и в самой породе. Ортит так крепко врос в эту породу, что выбить из нее цельную плитку редкоземельника не удастся.

Попадающийся в этой копи ортит имеет вид плиток разных размеров по всем трем измерениям, среди которых нередки имеющие значительную толщину, до сих пор не наблюдавшуюся в других месторождениях района.¹ По большей части, однако, подобные кристаллы содержат внутри значительные включения полевошпатовых пород, что конечно понижает их рыночную ценность.

Большинство плиток сверху покрыто землястым веществом, под ним же почти всегда наблюдается красно-бурая корочка — *продукт поверхностного изменения минерала*. Эти корочки ортита обычно обнаруживают большую радиоактивность, нежели первичный минерал, из которого они произошли.

Из других минералов в этой копи попадают *лимонит* и *магнетит*, а также *роговая обманка*. *Сфен* попадает, но не особенно часто, зато он достигает иногда более крупных размеров, нежели в других месторождениях района; на вид большей частью он матовый и довольно сильно изменен. В качестве довольно большой редкости, здесь можно найти черный *турмалин* и *графит*. Заслуживает упоминания оригинальный вид бесцветного прозрачного *кварца*, переслаивающего иногда плитки ортита, расположенные параллельно на небольшом расстоянии одна от другой. Параллельные плоскости такого кварца покрыты слюдой.

¹ Самый крупный из добытых М. Н. Якуниным кристаллов ортита имел размеры: в длину 30 см, ширину 4 см и толщину 3 см.

Из всех месторождений ортита копь № 30 вероятно является наиболее благонадежным местом добычи этого минерала в полупромышленном масштабе.

Если принять во внимание, что объем породы, поступившей при нас в отвал, выражается примерно 97 куб. м и что из этого количества извлечено максимум 525 кг ортита,¹ то среднее содержание ортита в породе будет $\frac{525}{20475 \times 97} = 0,0025$ или около 0,25 %.

Полагаю, однако, что осторожнее было бы считать действительное содержание минерала не более 0,20%.

Работа по добыче ортита велась почти исключительно одной кайлой, подрывные же работы не было возможности развить в сколько-нибудь широком масштабе в виду до известной степени отрицательного отношения к ним М. И. Якунина, взявшего работу по единичным ценам, в которые уже входили все расходы по добыче ортита в копи. Однако, нам кажется, что если бы пришлось добывать здесь ортит и впоследствии, то без более широкого развития горно-подрывных работ цена ортита значительно возрастет, не говоря уже про большую медленность исключительно кайловых работ.

Следуя подошвой откоса левого берега р. Слюдянки, приблизительно в начале уширенной части слюдянской пади, мы имеем на небольшой высоте над дном пади несколько забоев (№ 31), где Сябгосторг занимается добычей *флогопитта*. Они расположены на различной высоте и представляют частью открытые выработки (Веринский рудник), тогда как в некоторых — проделаны небольшие штольни. В то время, когда мы были в Слюдянке, работы велись только в забое, имеющем штольню.

В открытых разработках ясно вырисовывается картина залегания слюды: она находится в жиле *кальцита*, богатого превосходными крупными кристаллами *байкалита* и содержащего голубой *апатит*. Последние два минерала, однако, несмотря на свою свежесть, столь крупки, что в целом виде их из породы получить нельзя. В качестве боковых пород в Веринском

¹ Добыча минерала начата М. И. Якуниным значительно раньше прибытия на место работ членов Экспедиции, а потому автор для своих расчетов принужден руководствоваться только выработкой, произведенной при нем. Максимум — потому, что небольшая часть ортита получена из прежних осей и, таким образом, число 525 есть максимальное.

руднике служат повидимому те же кварцево-диопсидовые породы богатые линзами и прослойками кварца и апатита, которые обнажаются в коях №№ 15, 16, 22, 33, 34 и 37 и на откосах соседней пади „Сухой ручей“.

На завороте откоса водораздельного хребта между рр. Слюдянской и Пахабихой, почти против стеклянного завода, на небольшой высоте над дном пади, находятся скалистые обнажения (№ 32) в которых в прежнее время добывался хороший кварц для фарфорового завода и бутовый камень для стрелельных надобностей.

Свита пород, выходящих в этом месте на дневную поверхность, довольно-таки разнообразна. Породы эти чередуются между собой безо всякой правильности, и потому дать разрез этих выходов довольно трудно. В общем пироксеновые известняки, из которых сложен массив, прорезаны той же кварцево-диопсидово-апатитовой породой, которая упоминалась при описании копей №№ 15, 16, 22 и обнажается на р. Пахабихе в копи № 33. Местами в этих известняках сильно возрастает количество *байкалита*, и они переходят в байкалитовую породу, на контакте которой с пегматитами наблюдается много мелкого *сфена*. Пегматиты не очень крупного строения и содержат довольно много *роговой обманки*, количество которой к зальбандам значительно возрастает. В пегматитах не мало *железистых включений*. Местами пегматиты уступают место гнейсовидным породам и даже типичному гнейсу. Здесь же имеются прослойки молочного кварца, некоторые из которых совершенно чисто белого цвета и разрабатывались прежде для надобностей фарфоровой фабрики.

В районах откоса, сопредельного с этими обнажениями, по словам М. И. Якунина, были отдельные случаи находки *ортита*, но мы его здесь не нашли.

Отсюда подошва водораздельного хребта заворачивает к западу, а затем, принимает направление на юго-запад, приблизительно параллельное течению р. Пахабихи. На этом участке склонов находится довольно большое количество копушек, в которых искали слюду, но это полезное ископаемое нигде здесь не разрабатывается.

Над р. Пахабихи в минералогическом отношении представляет столь же большой интерес, как и пади рр. Улунтуй и Слюдянки. В нее от северо-западной оконечности поселка ведет

дорога, идущая вверх по пади на протяжении около 7 км. Сама Пахабиха — более многоводна, нежели Слюдянка, так как течет одним руслом, тогда как Слюдянка делится на рукава; поэтому переход в брод Пахабихи значительно труднее, нежели Слюдянки, и через нее устроено несколько специальных переходов: один неподалеку от бойни, примерно против тропинки, ведущей через водораздел впади реки Талой, второй возле заброшенной водяной мельницы (в 5 — 6 км от поселка) и третий — по бревну около места бывшего лесопильного завода, приблизительно на 1 км дальше.

Падь реки Пахабихи местами заболочена и имеет торфяники. Откосы возвышенностей задернованы и покрыты молодняком; более старые деревья попадаются за местом бывшего лесопильного завода.

Не доходя 1 — 1,5 км до водяной мельницы, на северо-западном склоне водораздельного хребта заложены две открытые разработки, в которых прежде добывали кварц (№№ 33 и 34). Карьеры эти заложены в сильно силицифицированных мелкозернистых известняках, содержащих диопсид, неправильно переслаивающихся с сахаровидным кварцем и мелким голубым апатитом. Местами здесь же попадаются цеолиты, повидимому порядка *тримолита* или *воластонитр*. Известняки эти прорезаны кварцевой жилой небольшой мощности, в которой прежде добывали чрезвычайно чистый, молочного цвета *квари*, для надобностей фарфоровой фабрики. Эти интересные известняки — те же, кои обнажаются в коях №№ 15, 16, 22 и 37, в скалистых выходах Картагая и в пади Сухой Ручей. Обе копи заброшены, и завалены отвалами, но копь № 33 все-таки довольно удобна для осмотра.

Несколько не доходя водяной мельницы, в откосе левого берега р. Пахабихи, на довольно большой высоте расположен карьер (№ 35), из которого добывали известняк; внизу устроена известко-обжигательная печь.

Возле водяной мельницы (№ 39) к пади Пахабихи выходит устье большого распадка, цирк которого находится на водораздельном хребте Комар. Нами в наносах возле мельницы найдена плитка *ортита*. Попал ли сюда ортит случайно, или же он принесен был в числе прочих наносов из распадка — сказать трудно. По словам М. И. Якунина, он не знает, чтобы этот распадок посещался кем-нибудь из членов ранее бывших в Слюдянке экспедиций.

Следуя правым берегом далее вверх по течению р. Пахабики и перейдя на левый по бревну, мы вступаем в то место, где падь сильно суживается, русло ее загромождено каменными глыбами и корягами, между которыми лавирует подобие дороги.

Приблизительно в 1 км от мельницы, в откосе левого берега Пахабики на небольших скалистых выходах, очень трудно различаемых со дна пади, расположены два карьера (№№ 36, 37), где когда-то добывали полевого шпат. Копи эти носят название копей Каберова. Первая из них расположена на высоте примерно около 40 м, а вторая 100—120 м над дном пади и примерно на столько же дальше ее.

В нижней копи (№ 36), толща кварцево-диопсидовых пород, содержащих апатит, прорезана гнездообразно раздувшейся пегматитовой жилкой, образованной, главным образом, *микроклином*, который местами окрашен в бледно-зеленоватый цвет. В меньшем количестве здесь находится *кварц* и еще реже попадает *альбит*. Середина жилы очень бедна минералами, к зальбандам же она обогащается таковыми, преимущественно *типа диопсид-эгирин-авгита, сфенам* и пр.

Повидимому, оба карьера №№ 36 и 37 заложены в одной и той же *пегматитовой* жилке, прорезывающей, как кварцево-диопсидовую породу с прослойками голубого апатита, так и вмещающие последнюю, толщи байкалитовых известняков. Пегматит крупнозернистый, с большим количеством полевого шпата (типа *микроклина*), с довольно редкими включениями *роговых обманок* и *железистых минералов* (преимущественно *магнетита*). Кроме этих минералов попадает черный *гранат* и *турмалин*, изредка же мелкий *циркон*. Состав пегматита не постоянен, и местами он переходит в *письменный гранит* и чистый *полевой шпат*, который здесь когда-то и добывался. Кроме только что перечисленных минералов в обеих копиях (т.-е. №№ 36 и 37) найдены незначительные количества *какого-то черного минерала*, отличающегося по виду от граната и турмалина. Пока он не опробован и природа его остается невыясненной.

Породы, слагающие копи № 37 те же, что и карьера № 36, но характерной их особенностью является наличие в прослойках силицифицированных известняков ярко-зеленого диопсида, содержащего ванадий — *лавровита*. Минерал этот залегает в виде линзообразных включений и тонких прослоек в диопсидово-кварцевых породах, находимых в стенке всякого бока

пегматитовой жилы. Здесь же, в прослойке голубого апатита, найдено небольшое количество какого-то шелковистого минерала светлого зеленовато-желтого цвета.¹ Резким отличием месторождения № 37 от № 36 является полное отсутствие в нем граната и циркона. Оба карьера работали прежде в небольшом масштабе на полевой шпат.

К сожалению, недостаток времени, вследствие наступившего ненастья не позволил нам побывать на р. Талой, где, по словам М. И. Якунина, в валунах нередко попадаетея ортит. Так же невозможно оказалось посетить верховья р. Быстрой, где, как говорят, не мало очень интересных минералов, и в том числе крайне редкий *фитинюфит*.

Огибая гору Картагай со стороны полотна железной дороги, идущей над обрезом воды по скалистой выемке, мы встречаем свиту кристаллических пород. На 152-й версте найдена была тонкая плиточка (а может быть примазка) в которой обнаружено было присутствие редких земель, что, естественно, привело к предположению о наличии здесь ортита (№ 8), однако автор считал бы более осторожным причислить это месторождение к числу сомнительных.

Подходя к пади Сухой Ручей, выемка сходит на-нет. В самом устье пади, на берегу озера, расположены постройки небольшого заводика (№ 6), изготовляющего огнеупорный кирпич из *огнеупорной глины*, добываемой здесь же в пади, в верхних частях откоса горы Киркидал (№ 2). Место добычи ее находится в 1,5 км от завода. Добываемый продукт спускают в вагонетке, идущей по канату на дно пади (№ 5). Глина в настоящее время уже очень неоднородна по цвету и строению, заключаю много остатков неразложившейся породы, из которой она произошла; в первое же время она представляла почти чистый каолин.

¹ В работе С. С. Смирнова, (Изв. Геолог. Ком., 1925 г., стр. 549—563) есть указание на то, что в черном гранате (повидному из копей Каберова) найден ванадий. В виду того, что качественная проба на ванадий довольно проста, нами опробованы все наши сборы граната, но нигде никаких следов ванадия не обнаружено. Из этого приходится заключить, что нам ванадиевого граната найти не удалось. То же можно сказать про злепший пироксен, в котором (по В. И. Вернадскому) В. А. Зильберманн нашел примесь ванадия. Подобного пироксена нам не попадалось.

Неподалеку от места добычи глины находятся и выходы пегматитов в виде скалистых обнажений, от разрушения которых глина и произошла (№ 1).

Кварцевый песок, необходимый для изготовления кирпича, добывался раньше в карьере (№ 4), заложенном в таких же силифицированных известняках, содержащих прослойки апатита, какие наблюдаются в копи № 33 и других. Эти известняки прорезаны сильно выветрившимся кварцитом, от разрушения которого и получился песок. Ныне этот карьер оставлен.

Примерно в 0,5 км вверх по пади, с левой стороны дороги, имеются скалистые выходы *кальцитов* (№ 4), богатых *байкалитом* и по наружному виду сильно напоминающих те кальциты, которые мы находим в коях (№ 29), разрабатываемых Институтом Прикладной Минералогии.

В общем, откосы пади Сухой Ручей задернованы и поросли молодняком, почему не представляются удобными для изучения.

Необычайное обилие в Слюдянском районе выходов пегматитов, подавляющее количество которых еще до сих пор не посещено ни одним минералогом, с другой же стороны вполне доказанное присутствие в некоторых пегматитах редко-земельных минералов и радиоактивных тантало-ниобатов редких земель и урана (правда — последних минералов в небольших только количествах, не имеющих практического значения), делает этот район чрезвычайно интересным в научном отношении, не исключая в то же время возможности нахождения здесь минералов, могущих служить рудами для добывания радия и мезотория. В виду этого, по нашему мнению, детальное изучение здешних пегматитов специалистами, снабженными достаточными средствами для развития, в требуемом масштабе, порохоострельных работ, может провести не только к результатам огромного научного интереса, но и имеющим важное практическое значение в смысле увеличения добычи в Союзе радия и мезотория.

Геохимическая Лаборатория
при Минералогическом Музее
Академии Наук. Январь 1927 г.

Некоторые данные о латеритных глинах из плиоценовых отложений Крыма.

В. Я. Гринева.

(Представлено академиком А. Е. Ферманом в заседании Общего Собрания Академии Наук 7 июня 1927 года.)

Красные глины, образующие самостоятельный горизонт среди плиоценовых отложений Крыма, несомненно достойны пробудить к себе большой интерес, в то время как со стороны многочисленных исследователей природы Крымского полуострова им уделялось незаслуженно мало внимания.

К настоящему моменту только стратиграфическое положение красных глин, среди подробно расчлененных отложений третичной системы Крыма, достаточно выяснено.¹ Они относятся к среднему плиоцену и известны под названием *латеритового* горизонта, время образования которого приурочено к моменту отложения рудных слоев Керченского полуострова (Киммерийский ярус).

Что касается области распространения этих отложений, то заметим, что красные глины пользуются достаточно широким развитием как в степной, так в юго-восточной и юго-западной частях Крымского полуострова.

В Джанкойском и северо-восточной части Евпаторийского районов красные глины обваружены в виде прослоев, залегающих среди кварцевых песков, которые, в свою очередь, непосредственно располагаются на мергелях и известняках нижнего плиоцена (понтический ярус).² На юго-западном побережье Крымского полуострова, между городами Севастополем и Евпаторией, а также в нижнем течении рек, впадающих в Черное

¹ Н. А. Двойченко. Геологическая история Крыма. Зап. Крымск. О-ва Естествоисп., 1925, т. VIII.

² Н. А. Двойченко (loc. cit.) допускает вероятную возможность их образования путем отложения пресноводных лагун и рек.

море на этом пространстве, большим распространением пользуются красные глины, того же возраста, переслаивающиеся с отложениями конгломератов. Достаточно широко представлены красные глины также в центральной части степного района. Наконец, кроме упомянутых местностей, имеются данные, указывающие на присутствие этих отложений, также с прослоями конгломератов, в восточном Крыму, именно, в верховьях рек Восточный Булганак, Индол, Субаш и др.

Среди немногочисленного палеонтологического материала, обнаруженного в этих отложениях, имеются указания у П. А. Двойченко¹ на находки раковин пресноводных моллюсков (*Unio* и *Anodonta*) в верховьях реки Индола, и *Mastodon arvernensis*, носорогов, трехпалых лошадей и пр., но уже в западной части Крыма;² в 1890 г. эта фауна была обработана М. Павловой.³ На промежутке между Севастополем и дер. Алма-Тархан (в устьи р. Алмы), вдоль побережья, имели место находки раковин наземных моллюсков, именно *Helix*'ов, о чем мне было любезно сообщено Б. А. Федоровичем,⁴ доставившим также превосходные образцы красных глин из обнажений в береговом обрыве.

Упомянув кратко об области развития красных глин и об их роли в неогеновых отложениях Крыма, мы остановимся на данных, касающихся их состава, не лишенных, на наш взгляд, некоторого интереса.

Эти образования представлены более или менее компактными тонкозернистыми, слежавшимися, иногда несколько пористыми,

¹ Op. cit., стр. 46.

² M. Bertholdy. Fragments d'ossements fossiles de la Crimée. Bull. Soc. Nat. Mosc., 1835. t. VIII. — N. Sokolov. Notice sur *Mastodon arvernensis* et *Hipparion gracile* des formations tertiaires de la Crimée. Tr. СПб. Общ. Естествоисп., 1881 г., т. XVIII.

³ Marie Pavlow. Etudes sur l'histoire paléontologique des ongulés IV *Hipparion* dans la Russie. Mem. Soc. Nat. de Moscou, 1890, pp. 83—95.

⁴ Во время печатания настоящей статьи, вышла работа Б. А. Федоровича „О пестрых рухляках Крыма“, ДАН-А, 1928 г., № 2 в которой автор приводит сведения о находке представителей как пресноводной, так и морской фауны (*Cardium*, *Venus*, *Dreissensia* и *Helix* sp., *Buliminus* sp.) и подчеркивает ясное чередование в этой свите морских и наземных отложений.

глинисто-песчаными массами, ломающимися, не без некоторого усилия, на остроугольные обломки небольшой величины, трудно поддающиеся перетиранию. Цвет их обычно буро-красный, матовый, с явным преобладанием темных тонов. Довольно часто окраска их изменяется, принимая яркий, кирпично-красный или желтовато-серый, грязный, оттенки. Нередко, на общем обычно темном фоне породы попадаются белые, ясно выделяющиеся, примазки или миндалевидные включения, незакономерно разбросанные и сообщающие красным глинам несколько пестрый вид. Последнему обстоятельству способствуют также незакономерно расположенные мелкие примазки и включения (в виде точек) черного цвета, принадлежащие, повидимому, марганцевым окислам.

Упомянутые белые миндалевидные вкрапленники обычно не велики и редко достигают в диаметре 1 см. В большей части своего состава они образованы из углекислых солей, энергично вскипающих при действии соляной кислоты. Иногда в глинах встречаются твердые обломки, принадлежащие, главным образом, известнякам и мергелям.

Общий вид красных глин очень близко напоминает нам современные элювиальные отложения, известные под именем латеритов, названных так Бухананом более 100 лет тому назад, и образующиеся при разрушении горных пород в странах с влажным тропическим климатом. Для того, что бы подтвердить насколько близко это сходство, мы позволим себе привести для сравнения цитату из сделанного Рихтгофеном описания латеритов.

„Латериты пользуются большим распространением во влажных тропических областях юго-восточной Азии, Африки и Бразилии и представляют поверхностное глинисто-песчаное образование с богатым содержанием железа; они происходят вследствие выветривания самых разнообразных пород и обладают кирпично-красным или бурым цветом и губчато-пористым строением; пустоты заполнены более светлым, часто даже белым веществом; поэтому, свежие разломы латерита представляют пятнистый вид. Обыкновенно, эта порода обладает известной крепостью, но все же легко поддается действию ножа“.

Материалом для приводимых ниже некоторых данных микроскопического и химического исследований послужил образец красных глин с темно-бурым оттенком, с примазками

и миндалевидными вкрапленниками карбонатов и мелкими черными включениями, по видимому марганцовых окислов, доставленный Б. А. Федоровичем из обнажения в низовьях реки Алмы, в окрестностях деревни Алма-Тархан.

При рассмотрении измельченной в тонкий порошок породы под микроскопом, при небольшом увеличении (в 51 раз), мы обнаруживаем главную массу, состоящую из непрозрачного, пористого, буро-красного вещества, принадлежащего глине и не реагирующего при действии поляризованного света. Однако, среди этого вещества проскальзывают ничтожно мелкие и далеко не часто встречающиеся, обломки анизотропных минералов с легко уловимой интерференционной окраской.

Другую заметную часть исследуемых глин, образуют кварцевые песчинки. Зерна кварца очень мелки, обычно меньше 0,01 мм; встречаются главным образом в виде многочисленных отдельных округлых индивидуумов; реже попадаются остроугольные обломки кварца. Иногда зерна кварца бывают связаны опаловидным цементом или бурым непрозрачным веществом, в виде небольших скоплений. Кварц не оказывает заметного действия на поляризованный свет при вдвинутой гипсовой пластинке. Кварцевые зерна обычно покрыты тонкой, провечивающей, буровато-желтой пленкой гидратов окислов железа и сравнительно редко встречаются в виде прозрачно-белых песчинок. Имюющиеся в кварце трещинки по большей части выполнены темно-бурым, непрозрачным веществом.

Глинистое вещество и примесь кварцевого песка являются главными компонентами, входящими в состав описываемой породы.

Также замечены играющие второстепенную роль, довольно редко попадающиеся, обломки кристаллов или мелкие кристаллические сrostки, принадлежащие кальциту, с характерной ромбоэдрической спайностью. Довольно часто встречаются, не закономерно разбросанные, мелкие черные включения, принадлежащие, как указывалось выше, по всей вероятности, к окислам марганца. Иногда, среди бурого глинистого вещества попадают небольшие обломки, по большей части светло-серого или желтовато-серого цвета. Часто на этих обломках легко наблюдаются явные следы каррозии; эти включения, по видимому, принадлежат известнякам и мергелям. Отметим также присутствие *гипса*.

По своему habitus'у красные глины, будучи непосредственно сравнены со штуфом боксита из Тихвинского месторождения, показали настолько большое сходство, что вначале их можно было склониться принять за боксит, что, в сущности говоря, дало повод обратить на них внимание, заподозрив высокое содержание свободных окислов алюминия; останавливаться же на том, насколько может быть интересен этот факт как в научном, так и в чисто практическом отношениях, не приходилось.

Красные глины из этого месторождения были нами подвергнуты химическому анализу, приступая к которому мы старались тщательно отобрать наиболее чистый и однородный материал, совершенно не заключающий вышеупомянутых видимых белых миндалевидных включений карбонатов, с одной стороны, и минимальным количеством черных вкрапленников марганцевых окислов — с другой; избежать присутствия последних оказалось совершенно невозможным. Растворение производилось в HCl; при этом достигался момент, когда буро-красный осадок становился окончательно белого цвета. При растворении наблюдалось выделение пузырьков CO₂.

Располагая элементы в приводимом анализе, мы придерживаемся порядка, предложенного Pirsson'ом и, в дальнейшем, рекомендованного Washington'ом.¹

В результате получены цифры:

	Al ₂ O ₃	12,09
	Fe ₂ O ₃	4,68
	MgO	1,14
	CaO	2,96
Потеря при прокаливании	{ H ₂ O }	7,08
	{ CO ₂ }	
	MnO ₂	12,82
	Нерастворимый остаток . .	59,49
	Раствор SiO ₂	0,25
		100,51%

Интересно отметить, что приводимый анализ указывает на значительное содержание Al₂O₃ и MnO₂. Большое содержание окислов марганца² следовало заранее предполагать, относя наличие большого числа черных включений в глинах к марганцевым

¹ H. S. Washington. The statement of rock analyses. Amer. Journ. Sc., 1900, pp. 4, 10, 61.

² П. А. Двойченко (loc. cit.) указывает на содержание в красных глинах от 8 до 25% Fe и Mn.

минералам. Хотя мы имеем часть SiO_2 , перешедшую в раствор в виде коллоида, при растворении глин в соляной кислоте, однако, едва ли вероятным нам кажется предположение, что глинистое вещество подверглось при этом разложению в большей части своего состава. Мы полагаем, что разложению подверглось крайне небольшое количество собственно глинистого вещества, с одной стороны, с другой — химическое разложение произошло в тех редких и мелких обломках анизотропных минералов, о которых ранее упоминалось.

Нам кажется вполне достоверным вывод, что полученная цифра количественного содержания Al_2O_3 , в некоторой, быть может большей части, должна быть признана как свободный гидрат глинозема. Выделенный нами Al_2O_3 , в природе находится в большей своей части не как компонент алюмосиликата, а как спорогелит — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и так же в форме других водных окислов Al — диаспора и гидраргилита.¹ Эти, содержащие алюминий, минералы представляются нам как примесь к глине.

Значительные количества MnO_2 и Fe_2O_3 сообщают породе буро-красный цвет с типичным темным оттенком.

Если весь имеющийся CaO и MgO представить находящимся в породе в виде углекислых соединений, что едва ли вызовет возражение, и таким путем вычислить содержание CO_2 , то последнее выразится в 3,57%. Для общей массы глин эта цифра должна быть еще увеличена, так как для анализа была взята порода без видимых включений карбонатов. Вычислив таким путем содержание CO_2 , мы устанавливаем количество карбонатов:

MgCO_3	5,29
CaCO_3	2,38
MCO_3	7,67 (M = Ca, Mg)

Сделав предположение, что при прокаливании мы теряем только воду и углекислый газ, пренебрегая возможным присутствием незначительного количества органического вещества, мы, зная цифру потери при прокаливании и количественного содержания CO_2 — вычисленного только что упомянутым путем, можем определить количественное содержание воды — 3,51%.

Таким образом, в исследуемых красных глинах мы обнаруживаем, так называемые, латеритные составные части т.е.

¹ С. П. Попов. Рукописный курс лекций по минералогии, читанный в Крымском (Таврическом) Университете

гидраты глинозема и окислы железа и марганца. Согласно взглядам Фермора и Лакруа, между глинами и латеритами существуют постепенные переходы, которые могут быть основаны на количественном содержании упомянутых латеритных частей. С этой точки зрения глинистые породы, содержащие от 10 до 50% латеритных составных частей, определяются как латеритные глины. Это определение вполне подходит к описываемому образцу из глинистых отложений среднего плиоцена в Крыму, так как последние содержат 29,59% окислов алюминия, железа и марганца.

Как и следовало заранее предполагать, красные глины по своему составу являются далеко не постоянными. Насколько это так, с достаточной полнотой выяснят приводимые ниже цифры неполного химического анализа, произведенного нами над образцом буро-красных глин с охристо-желтым оттенком, переданным нам Б. А. Федоровичем из обнажения в береговом обрыве к морю, 2,5 км к северу от устья реки Качи.

Было определено количественное содержание:

Fe_2O_3	7,86
потеря при прокаливании . .	13,35
нерастворимый остаток . . .	76,75

Порода содержит сравнительно небольшое количество белых миндалевидных включений, принадлежащих карбонатам; в значительно меньшем числе (по сравнению с породой из Алма—Тархан) присутствуют марганцовые окислы, в виде разбросанных мелких черных вкрапленников. При действии соляной кислотой на породу ясно замечается выделение пузырьков CO_2 . При отборе материала для анализа также тщательно избегались видимые углекислые вкрапленники, но избавиться от марганцовых включений не представлялось возможным. Сравнивая данные приведенных двух анализов, мы констатируем во втором анализе повышенное содержание окислов железа, что и сообщило породе охристо-желтый оттенок, сопровождающий буро-красный цвет, большее содержание потери при прокаливании и нерастворимого остатка. Как видно, во втором анализе не учитывается количество окислов типа RO (где $R=Ca$ и Mg), Al_2O_3 и MnO_2 , содержание которых весьма сильно уменьшилось в связи с увеличением содержания других компонентов. На долю не учтенных анализом окислов должно быть отнесено сравнительно очень малое количество—2,04%, недостающих до 100.

Данная порода, как содержащая менее 10% латеритных составных частей, определяется как глина, в собственном смысле этого слова. Из сравнения цифр анализов, которые в данном случае могут сыграть некоторую ориентировочную роль, мы с достаточной ясностью усматриваем колебания в химическом составе красных глин. Имея налицо переход от глин к латеритным глинам, сопровождаемый повышением количественного содержания, так называемых, латеритных составных частей, мы можем иметь основания надеяться, что при более детальном и планомерном изучении толщи красных глин, могут быть обнаружены переходы как к глинистым латеритам, так и к латеритам в тесном смысле этого слова; быть может, будут встречены более или менее крупные участки, в той или иной мере обогащенные свободными окислами алюминия, которые представят даже некоторый практический интерес.¹ Значение же подобного факта будет очевидно само по себе.

Постараемся теперь приблизиться к генетической стороне этого вопроса. Латериты пользуются широким распространением в областях с влажным тропическим климатом. По подсчетам Тилло латериты покрывают 49% поверхности Африки, 16% — Азии и 43% — Южной Америки. Наличие приводимого в анализе количества латеритных частей в составе красных глин указывает на то, что во время их образования существовали условия континентальной фазы, с одной стороны, и достаточно теплого и влажного климата — с другой, т.е условия, определяющие процессы латеритообразования.

В образовании латеритов, кроме климатических условий, некоторую роль приписывают также микроорганизмам, способствующим обогащению свободными окислами алюминия. Холландом высказана мысль, что латеризация должна быть приписана нитробактериям. Согласно исследованиям Мургау'я и Ирвина установлена способность диатомовых водорослей разлагать глинистое вещество.² Однако, прежде всего при этих процессах следует считаться с проявлениями щелочного выветривания, поддерживаемого выщелачиванием большим количеством атмосферных

¹ Эти глины также употребляются в качестве продукта для изготовления минеральных красок, что имело место в Севастополе.

² J. Murray and R. Irvine. On silica and the siliceous remains of organisms in modern seas.—Proc. Royal Soc., V Edinb., 1892, vol. XVIII, pp. 229—250.

вод. При действии, весьма продолжительном в природных условиях, щелочных солей происходит отщепление глинозема от кремнезема. В условиях лабораторного опыта Тугутт доказал возможности подобных процессов.¹

Образование бокситовых пород может также происходить путем разложения глин сернистой кислотой и выпадением гидратов глинозема из образовавшихся сульфатов при взаимодействии их с бикарбонатом Са, на что указывает С. W. Hayes,² А. Liebrich,³ В. Lotti,⁴ В. В. Аршинов,⁵ К. К. фон-Фохт⁶ и О. М. Аншелес.⁷

К среднему плиоцену в Крыму, Киммерийский бассейн отступил на восток, захватив современное Азовское море, северную часть Керченского полуострова, Таманский полуостров и распространился далее на Кубань. Эта регрессия моря сопровождалась поднятием современного Крыма, в результате чего, центральная, юго-восточная и юго-западная части Крымского полуострова представляли сушу только отчасти покрытую мелкими опресненными лагунами.⁸

Накопление свободного окисла алюминия могло определить возможное образование бокситов путем распада алюмосиликатных кислот и их производных в условиях если не тропического, то все же южного климата.⁹

Материалом для образования красных глин, в которых в дальнейшем шли процессы обогащения окислами алюминия, железа и марганца, могли явиться продукты разрушения более древних пород, среди которых, возможно, важную роль сыграли

¹ Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Петрография. Лгр., 1925.

² С. W. Hayes. U. S. Geol. Survey. Washington, 1895, Ann. Rep. 16, part III, pp. 547-597.

³ А. Liebrich. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1895, p. 275 и 1897, p. 212.

⁴ В. Lotti. Zeitschr. d. prakt. Geol. 1903, Bd. 16, pp. 501-504.

⁵ В. В. Аршинов. Алюминиевые руды и возможность их происхождения в России. Матер. для изуч. ест. произв. сил России, 1916, № 6.

⁶ К. К. фон-Фохт. Боксит, алузит, криолит и др. руды алюминия. Ест. провзв. силы России, 1919, т. IV., № 32.

⁷ О. Н. Аншелес. Микроскопические исследования глин, песков и бокситов Череповецк. губ. Изв. Геол. К-та 1927, т. XLVI, № 2.

⁸ П. А. Двойченко. Loc. cit.

⁹ А. Е. Ферсман. Химическая жизнь Крыма в ее прошлом и настоящем. Зап. Крымск. О ва Естествоисп., 1914, т. IV.

отложения нижнего плиоцена, освободившиеся из-под морских волн ко времени среднего плиоцена.

В наше время мы также наблюдаем процессы, в результате которых происходит образование продуктов, близко стоящих к описываемым красным глинам, в условиях не тропического, но южного климата. Мы имеем в виду, так называемые, „terra rossa“ — красные почвы, пользующиеся широким распространением в Греции и вообще в областях Эгейского и Адриатического морей, главным образом в Карсте, где они подверглись подробному изучению со стороны Тучана и Киппатича,¹ показавших наличие в известняках тех компонентов, которые входят в состав „terra rossa“.

Продукты автохтонного характера, более или менее близкие к «terra rossa» известны в Крыму, главным образом в области развития верхне-юрских известняков, слагающих плато Яйлы. Их образование происходит вследствие растворения и уноса углекислого кальция из известняков. Однако, накопление красных почв происходит чрезвычайно медленно, благодаря ничтожному содержанию примесей в высокой степени чистых, по химическому составу, известняках Яйлы.² Однако эти интересные образования остаются пока очень мало освещенными.

¹ Kispatic. Bauxite des Kroatischen Karstes und ihre Entstehung. Neues Jahrb., f. Miner., 1912, XXXIV, p. 513.

² В труде А. Крубера, «Карстовая область Горного Крыма», 1915 г., приводятся результаты химических анализов известняка.

Изоморфный эвдиалито-эвколитовый ряд из Хибинских и Ловозерских Тундр.

Е. Е. Костылевой.

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом в заседании Отделения
Физико-Математических Наук 11 апреля 1928 года.)

В Хибинских и Ловозерских Тундрах минералы эвдиалито-эвколитового ряда являются после полевого шпата, нефелина и эгирина наиболее распространенными. С одной стороны, они входят, как второстепенная составная часть в породы обоих щелочных массивов, с другой, являются наиболее обычными минералами большинства жильных пегматитовых выделений. Сбор эвдиалитов, сделанный экспедициями А. Е. Ферсмана в 1920—24 годах¹ и последующими экспедициями 1925, 1926 и 1927 годов в Хибинских и Ловозерских Тундрах, явился материалом для настоящей работы.

W. Ramsay, описавший в 1893 году эвдиалит Кольского полуострова, первый высказал мысль, что эвдиалит представляет ряд изоморфных соединений, природу которых он ближе не рассматривал.² Богатый материал эвдиалитов, собранный указанными русскими экспедициями в щелочных массивах Кольского полуострова, дает возможность установить для эвдиалитов

¹ А. Е. Ферсман (под ред.). Хибинский массив. Тр. Сев. Научно-Пром. Эксп. 1923 г., вып. 16.— А. Е. Ферсман. Хибинские и Ловозерские Тундры. Том I. Тр. Научно-Исследов. Инст. Севера, 1925 г., вып. 29.— Н. Н. Гуткова. Краткий отчет о минералогических работах в Ловозерских Тундрах летом 1926 г. ДАН-А, 1927, стр. 147.— А. Н. Лабунов. Результаты командировки в Хибинские Тундры в 1925 г. ДАН-А, 1926, стр. 15.— А. Н. Лабунов. Отчет о командировке в Хибинские Тундры летом 1926 г. ДАН-А, 1927, стр. 5.— А. Н. Лабунов. Минералогические исследования в Хибинских Тундрах. Освед. Бюлл. ОКИСАР, 1927, № 19.— Е. Е. Костылева. Отчет о работах в Хибинских Тундрах летом 1923 г. ДАН-А, 1927, стр. 3.

² W. Ramsay. Über den Eudialyt von der Halbinsel Kola. Neues Jahrb. f. Miner., 1893, Bd. VIII, pp. 722—730.

непрерывный ряд изоморфных членов и вместе с изменением состава наметить изменение физических признаков и установить парагенетические соотношения всего ряда.

Оптические свойства.

Определение оптических констант: оптического знака, показателей преломления и величины двупреломления намечает, с одной стороны, отдельные члены всего ряда, с другой, доказывает непрерывность в составе между ними.

Определение оптического знака выделяет оптически положительные члены — эвдиалиты, оптически отрицательные — эвколиты и промежуточные члены, которые или являются изотропными или характеризуются при очень низком двупреломлении различным оптическим знаком в различных участках одного и того же шлифа. Как будет видно ниже, эти промежуточные разности и в отношении остальных свойств, как показатель преломления, удельный вес, химический состав, являются промежуточными. Для удобства описания им дано название мезодиалита, указывающее на их промежуточное положение в изоморфном ряду.

Определение показателя преломления показывает, что показатель преломления от оптически положительных членов к оптически отрицательным непрерывно растет. Определение показателя преломления делалось двумя путями: 1) для немногих месторождений, дающих крупные кристаллы, возможно было приготовить ориентированные шлифованные пластинки и непосредственно определить их показатель преломления в однородном свете на рефрактометре Abbé-Pulfrich'a¹ с точностью до 4-го знака; 2) для всех остальных месторождений определялся средний показатель преломления при белом свете методом погружения в жидкость. Показатель преломления последней определялся на рефрактометре Fuess'a (мал. модель). Результаты измерения приведены в таблице II.

¹ В виду очень низкого двупреломления минералов лишь в двух из месторождений можно было наблюдать в зрительной трубе рефрактометра 2 линии, отвечающие двум показателям преломления и тем самым определить $n_g - n_p$. Для остальных месторождений эти две линии сливаются в одну, причем вследствие зональности и изоморфности состава особенно резкой границы между светлой и темной частью не наблюдается.

Т а б л и ц а I. Показатели преломления.

Месторождения	Опт. знак	n_g	n_p	$n_g - n_p$	n ср.	Примечания
Долина между южными отрогами Кукисвумчорра (№ 70) ¹	+				1,6040	Довольно резкая полоса.
Жила Черника (№ 15)	+				1,6058	Одна резкая полоса.
Жила Лявайока (№ 33)	+ и ±				1,6044	Неясная волнистая полоса.
Эвдиалито - энигматит. выделения Ю. Часнаторра (№ 18)	±				1,6123	
Нептунитовая лопция (№ 2)	—	1,6174	1,6215	0,0041		Две не очень резкие полосы
Эвколито - сфеновая жила склона Кукиса (№ 76)	—	1,6126	1,6147	0,0023		Две волнистые неясные полосы.
Эвколит долины между южными отрогами Кукиса (№ 112)	—				1,6110	На грани (0001) нерезкая полоса.

Т а б л и ц а II. Показатели преломления.

Месторождения	Ср. показатель преломл. при белом свете	Опт. знак	Удельный вес	Общая характеристика минерала	Парагенезис
А. ХИВИНСКИЕ ТУНДРЫ.					
Долина между южными отрогами Кукиса. Эвдиалитом с ринколитом (№ 70)	1,599	+	2,863—2,878	Ярко-малиновые идиоморфные включения в полевом шпате и эгирине.	Ринколит, эгирин, полевой шпат.
Эвдиалитовая жила Лявайока (№ 33)	1,594 1,599	} +	2,84	Ярко-малиновые выделения в нефелиновом спените.	

¹ Цифры в скобках, в таблицах и тексте, обозначают №№ месторождений, описываемых в томах I и II труда под редакцией А. Е. Фермана „Хибинские и Ловозерские Тундры“, loc. cit.

Место-рождения	Ср. показатель преломл. при белом свете	Опт. знак	Удельный вес	Общая характеристика минерала	Парагенезис
" "	1,601 1,6044	} + ±	2,88	Малиново-бурые и красно-бурые сплошные выделения в жиле.	Энигматит, эгирин, полевой шпат.
Жила Черника (№ 15)	1,6058	±	2,87	Темно-красные кристаллы и сплошные выделения в жиле.	Ринкозит, лампрофильит, эгирин, энигматит.
Эвдиалито-эгириновые осыпи, ущ. Рамзая (№ 24)	1,600		2,879—2,903	Ярко-малиновые неправильные выделения с эгирином и полевым шпатом.	Эгирин, полевой шпат, энигматит.
Долина Индигока (№ 39)	1,608		2,877	Красно-малиновые таблитчатые кристаллы типа I в эгирине II.	Эгирин.
Южный Часначорр (№ 2)	1,600 1,602			Малиново-красные кристаллы типа I в хибаните.	Полевой шпат, нефелин.
Южный Часначорр, эвдиалито-энигматовые выделения (№ 18)	1,606 1,608	± }	2,888—2,917	Бурые выделения с энигматитом.	Энигматит.
Эвдиалито-лампрофильит. месторождение 3-го цирка Кукиса (№ 58)	1,601	±		Малиново-красные выделения в жиле.	Лампрофильит, эгирин, полевой шпат.
Поачвумчорр, эвдиалито-энигматовое месторожд. (№ 21)	"	±	2,901—2,915	Буро-красные кристаллики в энигматите.	Энигматит, полевой шпат.
Контакты Маннепахка. Лопаритовая жила (№ 1)	1,610 1,609	} -	2,941	С лопаритовыми буро-красными сплошными выделениями.	Лопарит.

Место-рождения	Ср. показатель преломл. при белом свете	Опт. знак	Удельный вес	Общая характеристика минерала	Парагенезис
Перевал Лопарский. Эвколито-сфе-новая жила (№ 76)	1,613	—	2,952	Кристаллы красно-бурые и желто-бурые.	Сфен.
Хибин-пахкчорр. Эвколито-вая жила (№ 3)	1,613 1,614	} —	2,786—2,995	Сплошные прозрачные красно-бурые выделения вокруг нефелина, полевого шпата, ильменита.	Нефелин, полевой шпат, ильменит.
Эвколито-альбитовая жила перевала Лопарского (№ 75)	1,620	—	2,955—2,995	Желто-коричневые и красно-коричневые кристаллы.	Микроклин, альбит, астрофилит, агирин.
Нептуитовая лоцина. Эвколито-содалитовая жила (№ 2)	1,617	—	2,98	Сплошной, с ясной призматической спайностью коричнево-красного цвета.	Микроклин, содалит и ильменит.
В. ЛОВОЗЕРСКИЕ ТУНДРЫ.					
Ю.-З. цирк Ангвундасчорра (№ 111)	1,593 1,592	} +	2,855	Светло-коричневые кристаллы и сплошные выделения.	Мурманит, натролит, рамзаит, лампрофилит.
Цирк Сенгвса. (№ 115)	1,596 1,597	} +	2,877	Мелкие кристаллы в полевошпате, мурманите.	Мурманит, полевой шпат.
Раслак I-й. (маршрут 1926 г.)	1,598	+	2,884—2,889	Сплошные некрупные выделения светло-малиновые и розовые в нефелиновом сиените.	Полевой шпат, агирин.
Перевал Тавайока (маршрут № 85)	1,601 1,602	} ±	2,882—2,898	Сплошные выделения, прозрачные и стекловатые красно-коричневого цвета.	Эгирин.

Месторождения	Ср. показатель преломл. при белом свете	Опт. знак	Удельный вес	Общая характеристика минерала	Парагенез
Карнасурт (маршрут 1926 г.)	1,600 1,602	} ±	2,907 2,905	Сплошные выделения буро-красного цвета.	Эгирин, нефелин.
Перевал Тавайока (№ 106)	1,607		+		
Чьягсулау (№ 118)	1,607	+	2,907	Темно-красные, некрупные выделения, включенные в полевой шпат и эгирин.	Мурманит, эгирин, рамзайт.
Цярк Сенгиса, эвдиалито-рамзаитовая жила (№ 113)	1,611 1,614	} +	2,90	Крупные сплошные выделения, сильно измененные желто-бурого цвета.	Рамзайт, полевой шпат, эгирин, нефелин.

Для месторождений Хибинских Тундр из таблицы II ясно виден непрерывный рост величины показателя преломления от оптически положительной части всего ряда к оптически отрицательной. Для Ловозерских Тундр такой ясной последовательности не наблюдается. Почти во всех месторождениях Ловозерских Тундр наблюдаются эвдиалиты, реже мезодиалиты, эвколиты никогда не наблюдались. Эвдиалиты Ловозерских Тундр многих месторождений, как видно из таблицы II, имеют показатель преломления больший, чем эвдиалиты Хибинских Тундр.

Определение величины двупреломления производилось двумя способами: для неориентированных шлифов определение велось на микроскопе Федорова, компенсация производилась вращающимся компенсатором В. В. Никитина. Толщина шлифа определялась методом В. В. Никитина по толщинам препарата: при этом способе определения для большей точности готовились специальные шлифы толщиной около 0,01 мм. Для шлифов ориентированных определение величины двупреломления производилось на обыкновенном микроскопе фирмы Leitz'a, компенсация производилась компенсатором Veresk'a, толщина шлифа определялась методом герцога

Т а б л и ц а III. Величина двупреломления.

Место- рождения	Район	$n_g - n_p$	Опт. знак	Плеохроизм	Общие замечания	Параге- незис
Цирк Ан- вудасчор- ра (№ 111).	Ловоз. Тун- дры	0,004	+	Нет.	Зональность сла- бая, дисперсия нет, по трещинам изменения знак обратный, цвет слегка желтова- тый.	Мурма- нит, эги- рин, нат- ролит, рамзаит, лабро- филлит.
Цирк Сенги- са. Лиловые кристаллы. (№ 115)	"	0,003	+	II n_g , мали- новый, II n_p бесцветный, буроватый.	Ярко-малиновый цвет по краям, в центре буроватый, зональность не на- блюдается.	Полевой шпат, мурма- нит.
Цирк Сенги- са. Красные столбчатые кристаллы. (№ 115)	"	0,008 } 0,003 }	+	Нет.	Иногда структу- ра песочных час- сов, конусообраз- ные вростки опти- чески отрицатель- ные.	" "
Чингуслуай (№ 118)	"	0,002	+	Нет.	Наблюдается зо- нальность и изме- нение по трещи- нам.	Мурма- нит, эги- рин.
Долина меж- ду отрога- ми Куки- вумчорра (№ 70)	Хиб. Тун- дры	0,002	+	Сильный II n_g крас- ный II n_p бледнее.	Однородный, сильно трещино- ват.	Рянко- лит, эги- рин.
Ущ. Юкспор- лака (№ 84)	"	0,0023 } 0,0046 }	+	Нет.	Трещиноват, по трещинам измене- ние, обратный оптический знак.	Эгирин.
Часначорр. Эвдиалито- энигматито- вые выделе- ния (№ 18)	"	0,00059 } 0,000 } 0,000 }	+	Едва замет- ный, от свет- ло-желтого до бледно- розового.	Наблюдается ди- сперсия густо-си- ных и темно-кори- чневых тонов, зо- нальный.	Энигма- тит, эги- рин.
Плато Тях- тарвумчор- ра (№ 9)	"	0,00057 } 0,00018 } 0,00063 }	— — +	Не наблю- дается.	"	"

Место-рождения	Район	$n_y - n_p$	Опт. знак	Плеохроизм	Общие замечания	Парагенезис
Ущ. Вудьяврчорра (№ 1)	Хиб. Тундры	0,0003 0,00053	— +	II n_g розовый, II n_p светло-желтый.	Зональный, наблюдается дисперсия.	Эгирин, лампрофиллит.
Ущ. Рамзая (№ 24)	"	0,00015 0,00047	— —	Очень слабый.	"	Эгирин.
Карнасурт маршрут 1926 г.	Ловоз. Тундры.	Почти изотропный.	+ —	Нет.	Зональность и дисперсия.	"
Перевал Тавайока. (№ 106)	"	"	+ —	Нет.	"	"
Склоны Юкспора. Эвкол. альбитовая жила (№ 75)	Хиб. Тундры	0,00161 0,0040 0,0066	— — —	II n_g желтый. II n_p бледнее.	Сильно зональный.	Альбит, эгирин, роговая обманка.
Склон Кукиса. Эвколито-сфеновая (№ 74)	"	0,00317 0,00243	— —	II n_g розоват. II n_p светло-желтый.	Зональный.	Сфен.
Юго-восточные склоны Хябиншакчорра (№ 3)	"	0,0044 0,0025	— —	Нет.	Однородный, чистый материал.	Нефелин, эгирин, альменит

де Шона (по пылинкам), шифы брались нормальной толщины. В случае резко выраженной зональности, величина двупреломления определялась для нескольких слоев. Результаты определения сведены выше в таблице III.

Из рассмотрения этой таблицы видно, что крайние члены изоморфного ряда — эвдиалиты и эвколиты — имеют слабое двупреломление, выражаемое все-таки третьей значущей цифрой. Промежуточные члены — мезодиалиты — имеют двупреломление, приближающееся к 0, или изотропны.

Микроскопическое изучение шлифов показывает следующие особенности:

1) Отмеченное впервые Рамзаям сильно выраженное зональное строение, очень обычно для всего изоморфного ряда. Зональное строение иногда ведет к структуре песочных часов, при которой в кристалле при скрепленных николях наблюдаются конусообразные вставки, вершинами конусов обращенные к центру. Эти конусообразные вставки обладают тем же оптическим

знаком, что и весь кристалл или имеют знак противоположный (удлиненно призматические эвдиалиты цирка Сентгиса при оптически положительном знаке всего кристалла имеют иногда конусообразные вроски знака противоположного).

Более обычно, чем структура песочных часов, наблюдается зональное нарастание кристаллов резко разграниченными довольно симметричными слоями, отличающимися высотой интерференционной окраски. В кристаллах эвколита наблюдается очень сильная зональность (эвколито-сфеновая жила перевала Лопарского № 76, эвколито-альбитовая жила того же месторождения № 75), при чем большей частью к периферии высота интерференционной окраски отдельных слоев повышается. Мезодиалиты обладают особенно сильно выраженной зональностью, при чем различные слои и участки обладают, как указано, меняющимся оптическим знаком.

2) Явление дисперсии, наблюдающееся, главным образом, у мезодиалитов, зависит от изотропности некоторых участков минерала для лучей различной длины волны и выражается в аномальной интерференционной окраске некоторых слоев или участков. Дисперсионная окраска лучше всего наблюдается в препаратах толщиной около 0,01 мм. Дисперсионная окраска бывает в таких препаратах чаще всего синяя, коричневая и серая.

3) Плеохроизм иногда отсутствует совершенно, иногда наоборот, выражен чрезвычайно резко. Эвдиалиты (и мезодиалиты), макроскопически обладающие ярко малиновыми цветами окраски, обладают резко выраженным плеохроизмом следующего характера: $II n_g$ — ясно малиновый, $II n_p$ — бледнее или бесцветный. Часто плеохроизм наблюдается лишь у периферии кристаллов, тогда как центральная часть кристалла остается неплеохроичная. У некоторых мезодиалитов наблюдается слабый плеохроизм $II n_g$ — розовый, $II n_p$ — светло-желтый. Эвколиты, макроскопически обладающие буро-красными, коричнево-красными и желто-красными цветами, дают плеохроизм $II n_g$ — ясно желтый или розоватый, $II n_p$ — бледнее.

4) Собственная окраска препаратов в поляризованном свете в слабой степени отвечает цвету минерала, наблюдаемому макроскопически. Таким образом, ярко малиновые разности эвдиалитов, обладающие сильным плеохроизмом, сохраняют малиновую окраску и в препаратах. Эвколиты желто-красных тонов,

даже при отсутствии плеохроизма, имеют очень слабую светло-желтую окраску в микроскопических препаратах.

5) Спайность во всем изоморфном ряду выражается макроскопически очень неясно, но микроскопически наблюдалась в нескольких направлениях. Лучше всего выраженной является спайность по c {0001}, после нее наиболее заметной является спайность по призме. На столике Федорова на многих препаратах обнаруживалась тоже неясная спайность по ромбоэдрам: z {10 $\bar{1}$ 4}, r {10 $\bar{1}$ 1} и очень редко по h {10 $\bar{1}$ 5}.

6) Явления оптической аномалии и расходящийся крест для разрезов \perp к оптической оси в сходящемся свете наблюдается неоднократно для всего описываемого ряда.

Физические свойства.

Эвдиалит, мезодиалит и эвколит встречаются в Хибинских и Ловозерских Тундрах в крупных сплошных выделениях и хорошо образованных крупных и мелких кристаллах. Твердость их колеблется около 5 — 5 $\frac{1}{2}$. Спайность макроскопически редко хорошо обнаруживается (эвколит Нептунитовой лощины местор. № 2 дает очень хорошую макроскопическую спайность по призме). Излом то мелкокораквистый то неровный. Блеск меняется от стеклянного до полужирного. Лишь немногие месторождения дают прозрачные в толстых кусках, не трещиноватые и светлые выделения (эвколит Хибинпакчорра местор. № 3, эвколит Нептунитовой лощины местор. № 2, мезодиалит Тавайока, эвколиито-сфеновое месторождение Лопарского перевала № 106, лампрофиллито-эвдиалитовое месторождение жилы Черника № 15), более обычные сильно трещиноватые и ячеистые выделения с процессами изменения по трещинам и стенкам ячей. Матовые и полупрозрачные выделения вообще очень характерны для Хибинских и Ловозерских Тундр.

Описанные физические признаки для всего изоморфного ряда являются одинаковыми, цвет и удельный вес, наоборот, меняются. Цвета для эвдиалитов, мезодиалитов и эвколитов в обоих массивах различны: в Хибинских Тундрах эвдиалиты и мезодиалиты наблюдаются малиновых, розовых, розово-красных, вишнево-красных оттенков и тогда неотличимы друг от друга; мезодиалиты в парагепезисе с энigmatитом делаются

грязно-бурыми, красно-бурыми, легко отличаются тогда от эвдиалитов и приближаются зато по цвету к эвколитам. Эвколиты в Хибинских Тундрах никогда не имеют розового, малинового и ярко-красного цветов, а являются коричневыми, кирпично-красными, бурыми и светло-желтыми. В Ловозерских Тундрах эвдиалиты и мезодиалиты имеют желто-бурые, желтые, коричневые, коричнево-красные цвета, гораздо реже — светло-розовые, вишневые и красные.

Удельные веса в силу изоморфного характера эвдиалитовой группы, для различных членов различны и, подобно показателю преломления, растут от эвдиалитов к эвколитам. Колебания в удельном весе наблюдаются не только для различных месторождений, но даже для одного и того же месторождения и даже для отдельных кристаллов, что стоит в связи с зональностью, наблюдаемой как микроскопически, так нередко и макроскопически. Удельные веса определялись двумя путями: 1) Весами Вестфала в жидкости Туля определялись границы, в которых колеблется удельные веса; 2) при помощи пикнометра определялся средний удельный вес. Результаты определения удельного веса сведены в таблице II, из которой видно, что возрастание удельного веса идет одновременно с увеличением показателя преломления. Для Хибинских Тундр из таблицы III видно, что возрастание удельного веса и показателя преломления сопровождается изменением оптического знака из положительного в отрицательный. Для Ловозерских Тундр этого не наблюдается.

Химические свойства.

Эвдиалит, мезодиалит и эвколит легко растворяются и желатинируют в HCl при нагревании, перед паяльней трубкой легко сплавляются в светло-зеленое стекло, выделяют при накаливании немного конституционной (не цеолитной) H₂O и Cl. Химические анализы эвдиалитов и эвколитов показывают значительные колебания в составных элементах: Si, Zr, Ca, Na, и др. и вопрос о химической формуле этих минералов и разнице в составе между ними не является в литературе окончательно выясненным. Главное разногласие в предложенных формулах сводится к роли Zr. Одними исследователями Zr приписывается кислотный характер, другими — основной.

Groth¹ рассматривает эвдиалит и эвколит как соли полукремневой кислоты $H_2Si_2O_5$, для эвколита он приводит определенную формулу $[(Si_2O_5)_4 \cdot CaO (Na_2O)_3]$. Zr он связывает вместе с Si, Cl и OH — с металлами.

Hintze² и E. Dana дают эвдиалиту формулу: $Na_{13} (Ca, Fe)_6 (Si, Zr)_{20} O_{50} Cl$.

Rammelsberg³ рассматривает эвдиалит и эвколит частью как метасоединения SiO_2 и ZrO_2 (где ZrO_2 является кислотой), частью как ортосиликаты, где остальная часть ZrO_2 берется как основание. Cl Rammelsberg связывает с Na, как NaCl, и на основании анализа норвежского эвколита дает формулу $NaCl + 6Na_2SiO_3 + 9CaSiO_3 + 3ZrSi_2O_6$.

Brögger⁴ принимает ZrO_2 как основание и рассматривает эвколиты как метасиликаты. Cl он связывает с Zr в группу $ZrOCl_2$, редкие земли принимает в соединении с гидроксильной группой как основание $Ca(OH)O$, $Y(OH)O$ и формулу для норвежских эвколитов он пишет $R_3''R_4'Zr(SiO_3)_7$, где $R'' = Ca, Fe, Mn, Ce(OH)O$; $R_2' = Na, K, H$; немного SiO_2 заменено $ZrOCl_2$.

Zambonini⁵ на основании 8 старых анализов, приводимых у Hintze и одного более нового анализа Christensen'a⁶ от 1906 г. выводит следующие возможные для эвдиалитов и эвколитов формулы:

1) с одной стороны он соединяет Si и Zr как кислоты, с другой — берет все окислы типа $R''O$ и R_2O и дает следующую общую формулу: $R (Si, Zr) O_3 \cdot n[R (Si, Zr)]_2O_5$, где коэффициент n варьирует в очень широких пределах от 1,40 до 10;

2) Zr он придает основной характер, связывая его с SiO_2 в группу $Zr (SiO_3)_2$ и эвдиалит и эвколит он рассматривает как метасиликаты Na_2SiO_3 и $CaSiO_3$ в соединении с $Zr (SiO_3)_2$.

¹ P. Groth. Tabellarische Übersicht der Mineralien. 1890, p. 160.

² Hintze. Handbuch der Mineralogie. 1892, 11/2, pp. 1598—1603.
E. Dana. A System of Mineralogy. 1911, pp. 409—412.

³ Rammelsberg. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch., 1886, Bd. XXXVIII, p. 497.

⁴ W. Brögger. Die Miner. d. süd-norw. Augit u. Nephelinsyenite. Zeitschr. f. Krist., 1900, Bd. XVI.

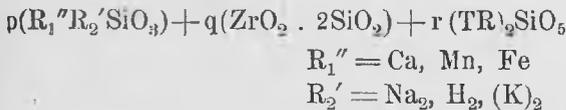
⁵ Zambonini. Rivista di Mineralogi e Cristallographi Italiana. Padova, 1916, vol. XLV — XLVI, pp. 157—175.

⁶ C. Christensen. Miner. Grönland. 1905, p. 495.

Для обеих формул Zambonini не принимает во внимание H_2O , считая ее вторичной, как результат выветривания минералов: редкие земли в обеих формулах он включает в группу $R''O$. Для обоих случаев он графически находит положение точек, отвечающее разбираемым анализам, при чем колебания в расположении точек довольно большие. В результате, Zambonini не дает окончательного ответа, какая из предложенных формул ближе отвечает действительному составу эвдиалитов и эвколитов, но, повидимому, склоняется в пользу второй.

Не вдаваясь в критическую оценку приведенных формул, необходимо отметить, что все они в большинстве случаев не являются общими для эвдиалитового ряда в целом, а справедливы лишь в каждом отдельном случае для отдельных месторождений.

Для минералов эвдиалитовой группы Хибинских и Ловозерских Тундр произведено 5 анализов, которые вместе с пересчетом на эквиваленты сведены в таблице IV. Из пересчета анализов вытекает следующая эмпирическая формула, общая для всего ряда:



т.е. минералы эвдиалитового ряда в описываемых месторождениях должны быть рассматриваемы, как продукты присоединения к изоморфным метасиликатам $Ca [Mn, Fe, Mg] SiO_3$ и $Na_2 (H_2, K_2) SiO_3$ комплексного ангидрида $ZrO_2 \cdot 2SiO_2$. Член $(TR)_2SiO_5$, очень непостоянный и незначительный по своему количеству, повидимому, является растворенным в изоморфном сложном метасиликате.

Ниже приводятся результаты пересчета произведенных анализов из таблицы IV и вывод из них указанной формулы:

- $0,203 Ca (Mn, Fe) SiO_3 + 0,426 Na_2 (H_2, K_2) SiO_3 + 0,1 (ZrO_2 \cdot 2SiO_2) + 0,002 (TR)_2 SiO_5$
 $0,632 (R_1'', R_2') SiO_3 + 0,1 (ZrO_2 \cdot 2SiO_2) + 0,002 (TR)_2 SiO_5$
 не хватает $0,009 = 0,51\% SiO_2$
 не вошло $= 0,74\% Cl$;
- $0,292 R''SiO_3 + 0,289 R_2SiO_3 + 0,120 (ZrO_2 \cdot 2SiO_2) + 0,011 (TR)_2 SiO_5$
 $0,581 R'R'' (SiO_3) + 0,120 (ZrO_2 \cdot 2SiO_2) + 0,011 (TR)_2 SiO_5$
 в остатке $0,04 = 0,24\% SiO_2$
 не вошло $1,66\% Cl$;

3. $0,309 \text{Ca} (\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Mg}) \text{SiO}_3 + 0,289 \text{Na}_2 (\text{K}_2, \text{H}_2) \text{SiO}_3 + 0,098 (\text{ZrO}_2 \cdot 2\text{SiO}_2) + 0,015 \text{TR}_2 \text{SiO}_5$

$0,598 (\text{R}''\text{SiO}_3 + \text{R}_2'\text{SiO}_3) + 0,098 (\text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 0,015 (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

в остатке $0,007 = 0,42\% \text{SiO}_2$

не вошло $0,35\% \text{Cl}$;

4. $0,326 \text{Ca} (\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Mg}) \text{SiO}_3 + 0,282 \text{Na}_2 (\text{H}_2, \text{K}_2) \text{SiO}_3 + 0,109 (\text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 0,009 (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

$0,608 (\text{R}_1''\text{R}_2') \text{SiO}_3 + 0,109 (\text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 0,009 (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

не хватает $0,032 = 1,92\% \text{SiO}_2$

не вошло $1,56\% \text{Cl}$;

5. $0,351 \text{Ca} (\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Mg}) \text{SiO}_3 + 0,234 \text{Na}_2 (\text{H}_2, \text{K}_2) \text{SiO}_3 + 0,095 (\text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 0,013 (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

$0,585 (\text{R}_1''\text{R}_2'\text{SiO}_3) + 0,095 (\text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 0,013 (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

в остатке $0,017 = 1,02\% \text{SiO}_2$

не вошло $1,32\% \text{Cl}$;

Взяв среднее для входящих в формулу компонентов и среднее для % содержания SiO_2 , не укладываемого в формулу, мы получаем:

$0,600 (\text{R}'_2, \text{R}_1'') \text{SiO}_3 + 0,104 \text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2 + 0,010 (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

не хватает в среднем $0,15\% \text{SiO}_2$.

Отношение коэффициентов $p:q$ общей формулы как среднее всех анализов может быть установлено $6:1$, и приведенная выше формула эвдиалитового ряда может быть написана

$6 (\text{R}'_2, \text{R}_1'') \text{SiO}_3 + \text{ZrO}_2 \cdot 2 \text{SiO}_2 + r (\text{TR})_2 \text{SiO}_5$

Незначительное сравнительно количество редких земель не позволяет детально разобраться в их природе. Разделение редких земель произведено лишь в анализе III, где поэтому возможно установить точно величину коэффициента $r = 0,015$. В остальных анализах коэффициент r вычисляется, исходя из предположения, что количество цериевой, иттриевой и лантанидидимовой группы находятся в равных количествах. Соединение $(\text{TR})_2\text{SiO}_5$ в данной формуле присутствует в очень небольшом количестве, что согласуется с предположением о примеси этого соединения; поэтому для коэффициента r цифрового значения не приводится. При произведенных пересчетах не принимался во внимание Cl, роль которого не ясна. И. Д. Старынкевич определено, что при выделении H_2O прокаливанием небольшая часть Cl летит при прокаливании и выделившаяся H_2O имеет

Таблица IV. Анализы.

	I.		II.		III.		IV.		V.	
SiO ₂	50,09	0,83	49,43	0,8197	48,22	0,804	48,24	0,804	48,05	0,800
TiO ₂	0,39	0,004	1,51	0,06	0,27	0,003	0,41	0,005	0,44	0,005
ZrO ₂	12,82	0,10	15,30	0,120	12,05	0,098	13,88	0,109	11,66	0,095
Fe ₂ O ₃	0,60	0,003	—	—	—	—	—	—	—	—
Ce ₂ O ₃	—	—	—	—	1,17	—	—	—	—	—
(La, Pr, Nd) ₂ O ₃	2,12	—	0,52	—	1,10	—	1,75	—	2,54	—
(Y, Er) ₂ O ₃	—	—	—	—	0,58	—	—	—	—	—
FeO	1,79	0,024	5,01	0,069	5,33	0,075	6,08	0,084	6,15	0,085
MnO	2,31	0,032	0,28	0,004	3,00	0,042	2,01	0,027	2,91	0,042
MgO	сл.	—	—	—	0,32	0,008	0,88	0,021	1,67	0,041
Ca(Sr)O	8,96	0,15	12,29	0,219	10,33	0,184	10,92	0,194	10,33	0,184
Na ₂ O	15,55	0,250	13,30	0,214	13,24	0,213	12,81	0,206	12,32	0,198
K ₂ O	0,62	0,006	—	0,017	0,51	0,006	0,58	0,006	0,89	0,009
Cl	0,74	0,02	1,66	0,047	1,35	0,037	0,20	0,006	1,32	0,036
—	—	—	—	—	—	—	сл.	—	—	—
S	сл.	—	—	—	0,04	—	—	—	—	—
H O	3,06	0,17	1,05	0,058	1,32	0,07	1,27	0,07	0,50	0,029
Сумма	99,05	—	99,35	—	98,83	—	99,03	—	98,78	—
-O=Cl ₂	0,15	—	0,37	—	0,30	—	0,04	—	0,30	—
	98,90	—	98,98	—	98,53	—	98,89	—	98,48	—

- I. Эвдиалит Авгундасчорра (№ 111), Ловозерские Тундры. Анализ Н. И. Влодавца.
- II. Эвдиалит (мезодиалит) Лявайока (№ 33), Хибинские Тундры. Анализ И. Д. Старынкевич.
- III. Эвколит пор. Лопарского, склон Кукиса (№ 74), Хибинские Тундры. Анализ Н. И. Влодавца.
- IV. Эвколит юго-вост. склонов Хибинпахчорра (№ 3), Хибинские Тундры. Анализ Н. И. Влодавца.
- V. Эвколит Нептунитовой ложины (№ 2), Хибинские Тундры. Анализ И. Д. Старынкевич.

кислую реакцию. Так, в анализе V определено, что из 1,75% при прокаливании улетучивается 0,5% Cl. Повидимому, Cl заменяет ангидридную частицу OH; так как мы не знаем метасиликатов, содержащих Cl, то вероятнее всего предположение, что Cl заменяет ангидридную частицу в боковой цепи.

т.-е. в комплексном ангидриде $ZrO_2 \cdot 2SiO_2$, что подтверждается неустойчивым характером Cl.

Таблица V.

Соотношения физических свойств и химических составов.

№ анализов	$RSiO_3$	R_2SiO_3	$ZrO_2 \cdot 2SiO_2$	$(TR)_2SiO_5$	Знак оптический	Показатель преломления	Величина двупреломления	Удельный вес
I.	0,206	0,429	0,100	0,002	+	1,593	0,004	2,855
II.	0,292	0,289	0,120	0,011	±	1,6044	почти изотропный	2,84—2,88
III.	0,309	0,239	0,098	0,015	—	1,6136	0,00243	2,932
IV.	0,326	0,282	0,109	0,009	—	1,613	0,00317	2,955
V.	0,351	0,234	0,095	0,013	—	1,6174	0,0025	2,955
						1,6215	0,0041	2,990

Анализируя на основании предложенной эмпирической формулы пересчеты анализов Хибинских и Ловозерских Тундр, сведенные в таблице V вместе с оптическими и физическими свойствами, можно сделать следующие выводы:

1) Непрерывность в свойствах членов эвдиалито-эвколитовой группы обуславливается изоморфизмом двух метасиликатов, входящих в состав этой группы: $Ca(Mn, Fe, Mg)SiO_3$ и $Na_2(H_2, K_2)SiO_3$.

2) Преобладающее количество компонента $Na_2(H_2, K_2)SiO_3$ в минерале данной группы вызывает оптически положительный знак, низкий показатель преломления, низкий удельный вес, т.-е. в данном случае члены изоморфного ряда являются эвдиалитами.

3) Преобладающее количество компонента $Ca(Fe, Mn, Mg)SiO_3$ дает оптически отрицательный знак, увеличение показателя преломления и удельного веса и члены изоморфного ряда в данном случае являются эвколитами.

4) При приблизительно равных количествах компонентов $Ca(Fe, Mn)SiO_3$ и $Na_2(H_2, K_2)SiO_3$ образуются мезодиалиты с промежуточными оптическими и физическими признаками.

5) Значительное различие в количественном соотношении компонентов $R\text{SiO}_3$ и $R_2\text{SiO}_3$ вызывает более или менее значительную величину $n_g - n_p$. Приблизительно равное соотношение между этими компонентами понижает эту константу до полной изотропности (мезодиалиты).

6) Растворенная в основном ядре примесь частицы $(\text{TR})_2\text{SiO}_5$, несомненно влияет на изменения физических свойств, главным образом удельного веса, как показывает таблица VI (стр. 186) с рядом параллельных определений удельного веса и суммы редких земель и Ti для различных месторождений. Однако, присутствие в значительном количестве окислов типа R_2O , особенно H_2O , уничтожает влияние редких земель на удельный вес, как показывает анализ I эвдиалита Ангвундасchorра, богатого H_2O и Na_2O и редкими землями.

7) Разнообразные цвета членов изоморфного ряда, повидимому, зависят от количественного соотношения окислов FeO и MnO .

Таким образом изучение химических свойств эвдиалито-эвколитовой группы в Хибинских и Ловозерских Тундрах подтверждает вместе с оптическими и физическими свойствами непрерывность изоморфного ряда. На основании имеющихся анализов вытекает, что крайними членами всего изоморфного ряда являются эвдиалит Ангвундасchorра (анализ I), с большим преобладанием компонента $R_2\text{SiO}_3$, наиболее низким удельным весом и показателем преломления, и с другой — эвколит Нептунитовой ложины (анализ V), с наибольшим во всем ряде количеством компонента $R\text{Si}_3O$ и наибольшим удельным весом и показателем преломления.

Полученная на основании анализов формула намечает связь между эвдиалитовой группой и стеенструпином с одной стороны, как это отмечено Boeggild'ом¹ и Zambonini;² с другой стороны между эвдиалитовой группой и катаплетом, что видно из сравнения химических формул:

$p(R_2, R_1'')\text{SiO}_3 + q\text{ZrO}_2 \cdot 2\text{SiO}_2 + r(\text{TR})_2\text{SiO}_5$ эвдиалитовый ряд;
 $3\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 3R'''\text{SiO}_3 + R''[(\text{P}, \text{Nb})\text{O}_3]_2 + 3R_2'''\text{SiO}_3$ стеенструпин по формуле Boeggild'a;¹

$\text{Na}_2(\text{Ca})\text{SiO}_3 + \text{Zr}(\text{SiO}_3)_2 + 2\text{H}_2O$ катаплет по формуле Rammelsberg'a.³

¹ W. Boeggild. New examinations of Steenstrupite. Meddelelser om Grönland, vol. 1901, XXIV, p. 213.

² F. Zambonini. Loc. cit., p. 172 u. 180.

Таблица VI.

Соотношение физических свойств и содержания редких земель и Ti.¹

Месторождение	Опт. знак	Удельный вес	Средний показатель преломления	Сумма редких земель	Содержание Ti
Долина южного отрога Кукиса (№ 70)	+	2,863—2,878	1,599	0,77	0,48
Эвдиалитовая жпла Лявайока (№ 33)	+ и ±	2,84	1,594	0,52	0,51
Жила Черника (№ 15)	±	2,87	1,6058	0,70	0,25
Часначорр (№ 18)	±	2,898—2,917	{1,60} {1,6123}	1,22	не определюсь
Вершина Хвбинпахчорра (№ 3)	—	2,955—2,986	1,613	1,67	0,41
Нептунитовая лощина (№ 2)	—	2,98	1,6174-1,6215	2,58	0,44
Перевал Лопарский (№ 76)	—	2,935—2,995	1,6136	3,03	0,27
Цирк Сенгяса Ловозерской Тундры (№ 115)	+	2,90	1,611—1,614	1,88	0,67
Цирк Ангвундасчорра (№ 111)	+	2,955	1,593	2,12	0,39

Помимо близости и общности химических формул, между эвдиалитом, стеенструпином и катаплеитом наблюдается большая аналогия в кристаллографическом отношении. Все три минерала кристаллизуются в гексагональной сингонии в скалепоздрическом классе. Между стеенструпином и эвдиалитом существует необыкновенная близость в типах кристаллов. Химическая близость между эвдиалитом и катаплеитом подтверждается также описываемым в литературе изменением эвдиалита в катаплеит и существованием псевдоморфов катаплеита по эвдиалиту в месторождениях островов Los и Kangerdluarsuck в Гренландии.²

¹ Определение суммы редких земель и Ti произведено И. Д. Странкевич.

² C. Rammelsberg. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch., 1886, Bd. 38, p. 5069. A. Lacroix. Minéralogie de la France, 1910, t. IV, p. 825.

Изменение.

Как макроскопическое, так и микроскопическое исследование показывают, что описываемая группа обычно является сильно разрушенной. Взятые в осыпях штуфы эвдиалитов очень обычно являются с поверхности [побуревшими, землистой структуры, с ясными процессами выноса минерала. В изломе минерал в большинстве случаев характеризуется ячеистой структурой, при чем отдельные ячеи покрываются непрозрачной буроватой пленкой и лишь в центре ячеи обнаруживаются свежие участки минерала. Нередко также нахождение в отдельных месторождениях совершенно измененных выделений, пористых и легких, землистой структуры, в которых лишь с трудом можно узнать первоначальный эвдиалитовый минерал. Химическая сторона процесса изменения эвдиалита остается невыясненной. С одной стороны изменение является несомненно результатом выветривания. С другой — изменение и разрушение носят более ранний характер и происходят, повидимому, в последние моменты магматических процессов; в этом случае микроскопическое исследование показывает в измененном эвдиалите идиоморфные выделения флюорита. Повидимому, выделившийся в начальные моменты магматической стадии эвдиалит является неустойчивым во время выделения пневматолитических агентов — F, Cl, H₂O и т. д. Присутствие в разрушенном эвколите F¹ описывается Brögger¹ для эвколитов Норвегии.

Кристаллографические свойства.

Во всем изоморфном эвдиалито-эвколитовом ряде встречены при измерении следующие формы: $c \{0001\}$, $m \{10\bar{1}0\}$, $a \{11\bar{2}0\}$, $r \{10\bar{1}1\}$, $z \{10\bar{1}4\}$, $e \{01\bar{1}2\}$, $s \{02\bar{2}1\}$, $h \{01\bar{1}5\}$, $t \{21\bar{3}1\}$. Различным развитием тех или других форм создаются следующие пять типов кристаллов:

Тип I.

Таблитчатые кристаллы с очень хорошо развитым базопинакоидом $c \{0001\}$ и почти одинаковым развитием положительных и отрицательных ромбоэдров (рис. 1). После базопинакоида наиболее хорошо развиты в виде длинных граней ромбоэдры $r \{10\bar{1}1\}$.

¹ W. Brögger. Loc. cit.

$z \{10\bar{1}4\}$, $e \{01\bar{1}2\}$; из остальных форм присутствуют слабее развитые узкие призмы $m \{10\bar{1}0\}$, $a \{11\bar{2}0\}$ и ромбоэдр $s \{02\bar{2}1\}$.

В этом типе кристаллов наблюдались только оптически положительные и промежуточные члены изоморфного ряда, т. е. эвдиалиты и мезодиалиты месторождений Хибинских Тундр; эвколиты в данном типе не наблюдались.

Таким образом к описываемому типу кристаллов относятся: малиново-розовые и буро-красные кристаллы до 2-х см поперечника, при $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ см толщины эвдиалитовой жилы Лявайока (№ 33), темно-малиново-красные очень крупные кристаллы в 3-4 см поперечника, но плохо образованные Ринколито-

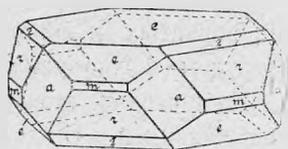


Рис. 1.

лампрофиллитового месторождения жилы Черника (№ 15), буро-красные мелкие кристаллы до $\frac{1}{2}$ см поперечника эвдиалитового месторождения восточных склонов Поачвумчорра (№ 21), малинового цвета до $\frac{3}{4}$ см поперечника кристаллы в хибините плато южного Часначорра (сб. 1920 г.), малиново-красные, прекрасно образованные кристаллы до $1\frac{1}{2}$ см поперечника эвдиалита из осыпей склонов Иидичвумчорра, и несколько других кристаллов, встреченных единичными кустами в осыпях как случайные находки.

Парагенезис, в котором наблюдались кристаллы данного типа вполне определенный и выдержанный: кристаллы заключены чаще всего в волокнистый темно-зеленый эгирин II генерации, реже — в энигматит и ринколит и сопровождаются лампрофиллитом, ринколитом, нефелином, полевым шпатом. Выше перечисленные месторождения, дающие описываемый тип кристаллов, приурочиваются к крупнозернистому хибиниту и лейстовому нефелиновому сиениту, т. е. к наиболее ранним по времени выделения разностям нефелинового сиенита. Время выделения эвдиалита во всех этих месторождениях отвечает магматической стадии выделения и приурочивается к начальным моментам обильного выделения темно-зеленого волокнистого эгирина. Поэтому эвдиалит не только в сплошных выделениях, но и в кристаллах обычно является проросшим и обросшим игольчатым эгирином. Благодаря последнему обстоятельству, во всех перечисленных выше месторождениях очень мало кристаллов

с хорошими блестящими и свободными гранями, могущими дать хорошие рефлексы при измерении.

Кристаллы I типа были измерены для следующих месторождений;¹

Эвдиалито-энигматитового месторождения восточного склона Поачвумчорра (№ 21). Мелкие до 7-8 мм пластинчатые кристаллики заключены в энигматит. Удельный вес кристалликов, взятых для измерения, дает при определении весами Вестфала 2,901—2,915. Средний показатель преломления, определенный при белом свете на рефрактометре Fuess'a по отношению к жидкости = 1,600—1,603. Оптическое изучение шлифа показывает зональность и чередующийся оптический знак. Измерено было 4 кристалла от 2 до 7 мм поперечника при толщине 1—3 мм. Грани кристаллов не очень блестящие, дают уменьшенные рефлексы. Лучше всего рефлексы от форм $s\{0001\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $z\{10\bar{1}4\}$, $e\{01\bar{1}2\}$. Для вычисления отрезка осей принимался угол $s\{0001\} : r\{10\bar{1}1\}$, который при установке по базопинакоиду для четырех кристаллов дал следующие колебания:

		Среднее	
№ 1	67°43' : 67°32' : 67°37'	67°37'20"	} 67°35'
№ 2	67°36' : 67°32' : 67°31'	67°33'	
№ 3	67°36' : 67°35'	67°35'30"	
№ 4	67°36' : 67°38' : 67°29'	67°34'20"	

Из среднего угла $s : r = 67°35'$ вычисляется отрезок осей $a : c = 1 : 2,0993$.

Результаты измерения остальных форм, вместе с данными, вычисленными из полученного отрезка осей, приведены ниже. (табл. VII).

Ринколито-лампрофиллитового месторождения (№ 15) жилы Черника. Из всех крупных кристаллов, встреченных в данном месторождении, один кристаллик около 1,25 см явился вполне пригодным для измерения. Цвет кристалла красный. Удельный вес эвдиалита данного месторождения, определенный пинкометром, 2,87. Средний показатель преломления при

¹ Измерение для всех месторождений производилось на друкружном гониометре v. Goldschmidt'a. Обозначение граней и установка кристаллов приняты по Dana (A System of Mineralogy. 1912); Теоретические значения координат приведены по Goldschmidt'у (Krystallogr. Winkeltabellen, 1897).

Таблица VII. Результаты измерения кристаллов эвдиалита I типа мест. Поагвумчорра (№ 21).

Формы	Число граней	Средние данные измерения		Колебания в среднем знаке		Вычисленные	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
c {0101}	4	—	0°01'	—	0°01'—0°03'	—	0°00'
r {10 $\bar{1}$ 1}	8	29°57'	67°35'	29°55'—29°59'	67°33'—67°37'	30°00'	67°42'
z {10 $\bar{1}$ 4}	6	30°02'	31°16'	29°52'—30°13'	31°10'—31°23'	..	31°11'
e {01 $\bar{1}$ 2}	8	30°04'	50°31'	90°00'—90°11'	50°26'—50°36'	90°40'	50°28'33''
s {12 $\bar{2}$ 1}	5	30°03'	78°17'	89°56'—90°11'	78°12'—78°23'	..	78°20'45''
m {10 $\bar{1}$ 0}	10	29°50'	89°53'	29°43'—29°25'	89°40'—90°03'	30°00'	90°00'
a {11 $\bar{2}$ 0}	8	359°21'	85°55'	359°20'—0°—02'	89°42'—90°02'	0°0'	..

белом свете 1,605. В оптическом отношении является или изотропным или с очень незначительной величиной двупреломления, измеряемой четвертой значущей цифрой и с ясными дисперсионными интерференционными цветами. Оптический знак +. Рефлексы получены лучше всего от граней $c\{0001\}$, $z\{10\bar{1}4\}$ и $r\{10\bar{1}1\}$ — рефлексы единичные и уменьшенные. Кроме того $e\{01\bar{1}2\}$ в количестве двух граней дает довольно хорошие уменьшенные рефлексы.

Отрезок осей вычислялся из угла $c\{0001\}$; $r\{10\bar{1}1\}$, измеренного для всех трех граней при установке по базопинакоиду: $67^\circ 21'$; $67^\circ 32'$; $67^\circ 47'$; в среднем $67^\circ 33' 20''$; $a : c$ вычисляется = $1 : 2,09652$.

Из полученного отрезка осей вычисляются теоретические значения для остальных граней, которые довольно хорошо согласуются с наблюдаемыми, как это видно из результатов измерения:

Число измер.	Формы	Колебания в средних значениях		Средние значения		Вычисленные		Теоретические	
		ψ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
1	$\{0001\}$				$360^\circ 01'$	—	$0^\circ 0'$		$0^\circ 0'$
3	$\{10\bar{1}1\}$	$30^\circ 02' - 30^\circ 16'$	$67^\circ 21' - 67^\circ 47'$	$30^\circ 07'$	$67^\circ 33' 20''$	30°	$67^\circ 33' 20''$	$30^\circ 0'$	$67^\circ 42'$
3	$\{10\bar{1}4\}$	$29^\circ 48' - 30^\circ 14'$	$31^\circ 14' - 31^\circ 16'$	$30^\circ 01'$	$31^\circ 15' 20''$	30°	$31^\circ 16' 58''$	" "	$31^\circ 22'$
2	$\{01\bar{1}2\}$	$30^\circ 56'$	$50^\circ 31' - 50^\circ 3'$	$29^\circ 56'$	$50^\circ 32'$	30°	$50^\circ 26' 17''$	" "	$50^\circ 38'$

Описанный выше I-й тип кристаллов впервые установлен и приведен Ramsay'ем для пегматитовых выделений Хибинских Тундр.¹ Им отмечены те же формы и тот же тип кристаллов в пегматитовых выделениях, с тем же парагенезисом, какой указан выше. Из измеренного угла $c : r = 67^\circ 39' 30''$ Ramsay вычисляет отрезки осей $a : c = 1 : 2,1072$. Удельный вес эвдиалитов, по его определению, колеблется в пределах 2,83—2,92. Средний показатель преломления 1,609—1,606; величина двупреломления меняется от 0 до 0,002. Все полученные нами приведенные данные хорошо согласуются с установленными Ramsay, за исключением отрезков осей, которые в обоих приведенных выше месторождениях являются ниже, чем данные Ramsay.

¹ W. Ramsay. Neues Jahrb. f. Miner., 1893, Beil. Bd. VIII, pp. 722—730.

Описываемый I тип кристаллов наблюдается, согласно литературным данным, в эвдиалитах Magnet Cove, Арканзас. Williams¹ описывает кристаллы эвдиалита из эвдиалитового

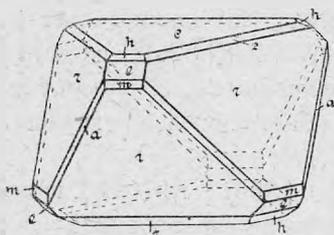


Рис. 2.

сиенита, совершенно аналогичного типу I для Хибинских Тундр. Эвдиалит из Magnet Cove, по определению Williams¹, является оптически положительным, с заметной оптической аномалией; удельный вес меняется от 2,804—2,833 при 15°C. Отрезок осей $a:c=1:2:1:117$ вычисляется им из угла $c\{0001\} : e\{0112\} = 50^{\circ}43'6''$. Таким образом, несмотря на одинаковый тип кристаллов, эвдиалиты Хибинских Тундр и Арканзаса Magnet Cove разнятся отрезками осей и удельным весом;

Тип II.

Таблитчатые кристаллы тригонального облика с сильно развитым базопинакоидом $c\{0001\}$ и хорошо развитым ромбоэдром $r\{1101\}$ при очень слабом развитии или полном отсутствии граней призмы (рис. 2). Отрицательные ромбоэдры развиты слабо, поэтому кристаллы имеют тригональный облик. Из остальных форм кроме $c\{0001\}$ и $r\{1011\}$ лучше всего развит ромбоэдр $z\{1014\}$ в виде узкой длинной грани. Слабо развиты или отсутствуют $e\{0112\}$ и призмы $m\{1010\}$ и $a\{1120\}$.

В этом типе кристаллов наблюдались лишь красновато-бурые, коричневые, коричнево-красные оптически отрицательные члены изоморфного ряда, т. е. эвколиты, в следующих месторождениях Хибинских Тундр: сфеновом месторождении перевала Лопарского (№ 76), контактов Маннепах (№ 1), эвколито-астрофиллитовом месторождении долины между южными отрогами Кукисвумчорра (маршр. № 112), осыпях Северного перевала Партомчорра (маршр. № 66) и др. Необходимо отметить, что данный тип кристаллов является наиболее обычным для эвколитов Хибинских Тундр.

Единично были наблюдаемы в данном типе 2—3 кристалла мезодиалита из жилы Черника.

¹ I. T. Williams. The igneous Rocks of Arkansas. Ann. Rep. of the Geol. Survey of Arkansas, 1891, vol. 11, pp. 241—243.

Парагенезис II типа кристаллов эвколита довольно постоянный; именно эгирин II, сфен, астрофиллит, роговая обманка, альбит, микроклин, нефелин. Кристаллы наблюдаются заключенными в микроклин, альбит, эгирин II. Петрографически все перечисленные выше месторождения кристаллов эвколита II-го типа (за исключением контактов Маннепах) приурочиваются к средне- и мелко-зернистым разностям нефелинового сиенита, т. е. более поздним по времени своего выделения. Время выделения эвколита раннее, отвечающее начальным моментам выделения полевого шпата, приблизительно одновременное со сфеном. Территориально, как это видно в главе о месторождениях, эвколиты приурочиваются к центральным частям Хибинских Тундр и главным образом к перевалам: Лопарского, Партомчорра, долины между южными отрогами Кукисвумчорра и др. В кристаллографическом отношении эвколиты данного типа дают значительно больший материал для измерения, чем эвдиалиты предыдущего типа кристаллов. Кристаллы эвколитов хорошо образованы, грани очень блестящие, и для измерения можно было взять кристаллы из трех месторождений:

1) Перевал Лопарского, эвколито-сфеновое месторождение (№ 76). Крупнокристаллический эвколит темно-красного цвета вместе с крупнокристаллическим медово-желтым сфеном наблюдался как гнездообразное вздутие в нефелиновом сиените. Кристаллы эвколита сильно зональны, центральные участки кристаллов темно-красные, периферическая па них корочка, ясно отграниченная, светло-желтовато-красная. Для измерения взяты 2 кристалла в 1 см и 0,5 см поперечника, с очень блестящими хорошо развитыми гранями, дающими от $e\{0001\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $z\{10\bar{1}4\}$, увеличенные рефлекссы. Остальные формы развиты слабо. Удельный вес кристаллов, как для наружной светло-желтой корочки, так и для внутренней темно-красной и прозрачной довольно постоянен и определяется весами $В е с т ф а л я = 2,952 - 2,954$. Пикнометром средний удельный вес эвколита этого месторождения определен $= 2,94$. Средний показатель преломления $= 1,6136$. Оптический знак —. Микроскопически отмечается сильная зональность и заметное двупреломление, меняющееся в пределах $0,00243 - 0,00317$.

Отрезок осей вычислялся из измеренного угла $e\{0001\} : r\{10\bar{1}1\}$ на двух кристаллах при установке по $e\{1001\}$ и прекрасных,

или уменьшенных или иногда увеличенных, рефлексах от граней.

Среднее

$$\begin{array}{l} \text{№ 1. } -67^{\circ}39' ; 67^{\circ}32' ; 67^{\circ}30' \quad 67^{\circ}35'45'' \\ \text{№ 2. } \quad 67^{\circ}32' ; 67^{\circ}28' ; 67^{\circ}30' \quad 67^{\circ}30' \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{№ 1.} \\ \text{№ 2.} \end{array}} \right\} 67^{\circ}34'22''$$

Из среднего угла $c : r = 67^{\circ}34'22''$ вычисляется отрезок осей $a : c = 1 : 2,0985$. Из остальных форм на данных кристаллах встречены еще $z \{10\bar{1}4\}$, $e \{01\bar{1}2\}$ и призмы $m \{10\bar{1}0\}$ и $a \{11\bar{2}0\}$; результаты их измерений:

Угол между гранями	Число измерений	Колебания в измерениях	Среднее	Вычисленное
$e \{0001\} : z \{10\bar{1}4\}$	5	$31^{\circ}06' - 31^{\circ}18'$	$31^{\circ}09'40''$	$31^{\circ}12'14''$
$e \{0001\} : m \{10\bar{1}0\}$	3	$89^{\circ}26' - 89^{\circ}40'$	$89^{\circ}35'$	$90^{\circ}00'$
$e \{0001\} : a \{11\bar{2}0\}$	2	$89^{\circ}18' - 89^{\circ}42'$	$89^{\circ}30'$	$90^{\circ}00'$

$z \{10\bar{1}4\}$ дает хорошие уменьшенные рефлексы. Обе призмы дают слабые рефлексы.

$e \{01\bar{1}2\}$, наблюдавшаяся в количестве трех граней, не дает рефлексов, установка возможна лишь по грани.

Северный перевал Партомчорра (маршр. № 66). Обнаруженный в осыпях как случайная находка, на склонах Партомчорра, эвдиалит наблюдается в парагенезисе с серовато-зеленым микропертитом и хорошо кристаллизованной черной роговой обманкой. Эвколит темно-красный, прозрачный, очень чистый, наблюдается как сплошными выделениями в полевом шпате, так и кристаллами. Два его кристаллика в 2 и 5 мм поперечника с очень блестящими гранями послужили для измерения. Измерение возможно было произвести с большой точностью, в виду увеличенных или очень хороших определенных уменьшенных рефлексов от $c \{0001\}$, $r \{10\bar{1}1\}$, $z \{10\bar{1}4\}$ и даже $e \{01\bar{1}2\}$, хотя рефлексы не везде единичные. Грани призмы не наблюдались. Удельный вес эвколита данного месторождения, определенный весами Вестфали колеблется в пределах 2,956 — 2,963. Оптическое изучение показывает нормальный однородный эвколит без зонального строения.

Отрезок осей $a : c$ вычислялся из следующих измерений угла: $c\{0001\} : r\{10\bar{1}1\}$ при установке по $c\{0001\}$ и увеличенных рефлексах от граней c и r .

Среднее

$$\left. \begin{array}{l} \text{№ 1. } 67^{\circ}39' ; 67^{\circ}38' ; 67^{\circ}41' 67^{\circ}41'40'' \\ \text{№ 2. } 67^{\circ}42' ; 67^{\circ}47' ; 67^{\circ}436'7^{\circ}44' \end{array} \right\} 67^{\circ}42'50''$$

Из среднего угла $c : r = 67^{\circ}42'50''$ вычисляется отношение осей $a : c = 1 : 2,1120$.

Остальные формы дают следующие измерения:

Угол между гранями	Число измерений	Колебания в измерениях	Среднее	Вычисленное
$c\{0001\} : z\{10\bar{1}4\}$	4	$31^{\circ}13' - 31^{\circ}22'$	$31^{\circ}17'15''$	$31^{\circ}22'59''$
$c\{0001\} : e\{01\bar{1}2\}$	4	$50^{\circ}35' - 50^{\circ}40'$	$50^{\circ}37'45''$	$50^{\circ}39'33''$
$c\{0001\} : s\{02\bar{2}1\}$	1	$78^{\circ}34'$	$78^{\circ}34'$	$78^{\circ}25'10''$

$z\{10\bar{1}4\}$ дает хорошие увеличенные рефлексы.

$e\{01\bar{1}2\}$ дает хорошие уменьшенные или иногда увеличенные рефлексы.

$s\{02\bar{2}1\}$, встреченная в количестве одной грани, дает уменьшенный рефлекс.

Перевал Лопарского, эвколито - альбитовая жила (№ 75) содержит эвколит от мелко- до крупнокристаллического темно-коричневого красного цвета, заключенный гороховидными скоплениями кристаллов в альбит, отчасти в спайный микроклин-пертит зальбанд жилы. Сопровождается астрофиллитом, эгирином, роговой обманкой, в небольшом количестве сфеном, апатитом и ривколитом. Кристаллы эвколита в данном месторождении наблюдаются двух типов: описываемого II типа — таблитчатые, тригонального облика и типа III — удлинённые по вертикальной оси, с плохо развитым и маленьким базонянакоидом. Но судя по тому, что кристаллы II типа наблюдались чаще в микроклин-пертите зальбанд жил, можно заключить, что их образование отвечает более ранним моментам кристаллизации эвколита.

Таблица VIII. Результаты измерения кристаллов эвколита II типа из месторождения перевала Лопарского (№ 15).

Формы	Число изм.	Колебания в измерениях		Средние данные измерения		Вычисленные		Теоретические	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
c {0001}	3	—	359°55'395°58'	—	359°57'	—	—	—	—
r {10 $\bar{1}$ 1}	9	29°51'—29°55'	67°33'—67°44'	29°49'50"	67°38'	30°0'	67°38'	30°0'	67°42'
z {10 $\bar{1}$ 4}	6	29°11'—30°30'	31°09'—31°20'	29°39'40"	31°15'40"	30°0'	31°16'42"	"	31°22'
e {01 $\bar{1}$ 2}	3	30°39'—30°10'	50°26'—50°46'	30°04'30"	50°37'40"	30°0'	50°32'46"	"	50°38'
я {02 $\bar{2}$ 1}	2	30°36'—30°08'	48°04'—78°32'	29°52'	78°18'	30°0'	78°22'24"	"	78°24'
m {10 $\bar{1}$ 0}	1	—	—	—	90°06'	30°0'	90°	"	90°0'
a {11 $\bar{2}$ 0}	2	—	—	—	90°05'	0°0'	"	0°0'	90°0'

Для измерения II типа кристаллов из этого месторождения было взято 3 кристаллика от 3 до 6 мм поперечника. Наилучшим развитием после базопинакоида пользуются $r\{10\bar{1}1\}$ и $z\{10\bar{1}4\}$, дающие хорошие уменьшенные рефлексы. Остальные формы слабо развиты и встречаются в неполном количестве граней на отдельных кристаллах. Удельный вес измеренных весами Вест-фала кристалликов определен = 2,952. Средний показатель преломления эвколита данного месторождения = 1,620, оптически отрицателен, характеризуется сильной зональностью и заметным двупреломлением, определенным в двух участках 0,0016 и 0,0066.

Для вычисления отрезков осей взято 3 кристаллика. Отрезки осей вычисляются из угла $c : r$ при установке по базопинакоиду и углах отсчета с хорошими уменьшенными рефлексами.

	Число измерений	Колебания в измерениях	Среднее	
№ 1.	0001 : $10\bar{1}1$	3	$67^{\circ}33' ; 67^{\circ}42' ; 67^{\circ}33'$	$67^{\circ}38'$
№ 2.	" "	3	$67^{\circ}35' ; 66^{\circ}35' ; 67^{\circ}37'$	$67^{\circ}35'40''$
№ 3.	" "	3	$67^{\circ}42' ; 67^{\circ}43' ; 67^{\circ}40'$	$67^{\circ}41'40''$

Из среднего измерения $c : r = 67^{\circ}38'27''$ вычисляется $a : c = 1 : 2,1046$ и теоретические значения ϕ и ρ для остальных форм: $r\{10\bar{1}1\}$ и $z\{10\bar{1}4\}$ дают хорошие уменьшенные рефлексы; $m\{10\bar{1}0\}$ и $a\{1120\}$ дают слабые рефлексы, так же как и $e\{01\bar{1}2\}$ и $s\{02\bar{2}1\}$.

II тип кристаллов эвколита в точности отвечает эвколиту из Magnet Cove Арканзаса, описываемому Williams'ом¹ в эвдиалитовом сиените. Результаты измерения эвколита из Арканзаса, как указывает Williams, не дают возможности вычислить отрезки осей в виду недостаточно точных измерений и слабых рефлексов. Измеренный угол $c : r = 67^{\circ}12'$ сильно differs от теоретически вычисленного = $67^{\circ}45'24''$. Удельный вес эвколита из Арканзаса колеблется в пределах 2,6244—2,6630 при 15°C. Такой низкий удельный вес автор ставит в зависимость от изменения и несвежего состояния минерала. Оптический знак отрицательный, двупреломление слабее, чем у эвдиалита. Цвет минерала коричневый, коричнево-желтый. Кроме

¹ L. T. Williams. Eudialyte and Eucolite from Arkansas. Amer. Journ. of Sc., 1890, vol. IV, pp. 461—462.

полевого шпата, нефелина и эгирина, эвдиалит и эвколит в Арканзасе сопровождаются мелкими кристалликами титанита и апатита.

Тип III.

Тонкопластинчатые кристаллы с преобладающим развитием базопинакоида и очень слабым развитием положительных и отрицательных ромбоэдров (рис. 3). Данный тип редок, наблюдался лишь для эвколита

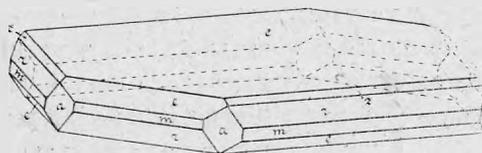


Рис. 3.

только для эвколита Хибинских Тундр из двух месторождений: эвколитовая жила юго-восточных склонов Хибинпахкчорра № 3, (кристалл) и ущелье Вудьяврчорра (маршр.

1927 г. — 3 кристалла). Парагенезис этого типа кристаллов: нефелин, полевой шпат, роговая обманка, ильменит.

Измерение было произведено для двух кристаллов (по одному из указанных выше месторождений). Удельный вес = 2,955—2,986, показатель преломления = 1,613. Величина двупреломления 0,0025 до 0,0044 (эвколитовое месторождение Хибинпахкчорра). Благодаря очень слабому развитию всех граней, кроме $\{0001\}$ и слабому рефлексу от них, измерение не могло быть произведено с большей точностью. При измерении найдены формы с $\{0001\}$, $r \{10\bar{1}1\}$, $z \{10\bar{1}4\}$, $m \{10\bar{1}0\}$. В виду незначительного количества измерений и недостаточно хороших рефлексов, вычисление отрезка осей не производилось.

Тип IV.

Сильно или заметно удлинённые по вертикальной оси кристаллы характеризуются слабым развитием базопинакоида с $\{0001\}$, иногда почти полным его отсутствием, сильным развитием главного ромбоэдра $r \{10\bar{1}0\}$, довольно хорошо развитыми в виде длинных узких граней призмами $m \{10\bar{1}0\}$ и $a \{11\bar{2}0\}$. Из положительных ромбоэдров присутствует еще лишь $z \{10\bar{1}4\}$. Отрицательные ромбоэдры развиты слабее положительных, всегда удлинёнными узкими гранями, из них наблюдались лучше развитые, с блестящими гранями $e \{01\bar{1}2\}$, и слабо развитая $h \{01\bar{1}5\}$. Кроме упомянутых форм для кристаллов данного типа в различных месторождениях очень характерно присутствие скаленоэдра $t \{21\bar{3}1\}$, наблюдающегося или как притупленные

ребра $r \{10\bar{1}1\}$ и $a \{11\bar{2}0\}$, или в виде хорошо развитой узкой грани. Другой особенностью данного типа кристаллов, обнаруживаемой при измерении, является обычное присутствие лучей роста, идущих чаще всего от $r \{10\bar{1}1\}$ к $t \{21\bar{3}1\}$ и к граням призмы $m \{10\bar{1}0\}$. Последнее обстоятельство сильно затрудняет точное измерение углов и ведет к большим колебаниям. Кристаллы типа IV наблюдались: а) среди эвколитов Хибинских Тундр и б) среди эвдиалитов Ловозерских Тундр; в зависимости от месторождений в данном типе можно выделить некоторые отклонения.

1) Кристаллы эвколитов Хибинских Тундр (рис. 4), менее удлинненные по вертикальной оси и больших размеров в поперечнике приближаются к понятию боченкообразной формы. Скаленоэдр развит как притупление ребра, лучи роста от ромбоэдра к скаленоэдру и призме очень сильно развиты. Данный тип кристаллов в Хибинских Тундрах встречался, главным образом, в эвколито-альбитовой жиле перевала Лопарского — склоны Юкспора (№ 75), и также единично встречались кристаллы эвколита в эвколито-астрофиллитовой осыпи перевала между южными отрогами Кукисвумчорра (маршрут № 112) и в эвколито-роговообманковой жиле Контактв Маннепах (№ 1). Парагенезис кристаллов эвколита тот же, что и для типа II. Необходимо отметить, что II и III типы кристаллов эвколита во всех перечисленных месторождениях наблюдаются совместно, а в месторождениях перевала Лопарского наблюдаются кристаллы промежуточные между типами II и III.

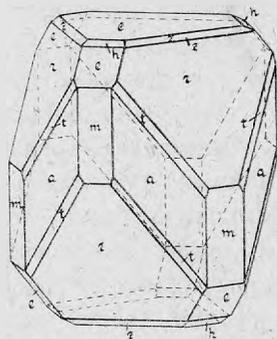


Рис. 4.

Данный тип кристаллов был измерен для эвколито-альбитовой жилы перевала Лопарского № 75.

Для измерения было взято 4 кристаллика от 3 до 6 мм, с очень блестящими гранями. Плохо развитой базопинакоид, со следами разъедания и сильные лучи роста, в которых лежат главные ромбоэдры и грани призмы, препятствуют точной установке кристаллов. В виду сильных лучей роста, сигналы принимались от участков граней, прилегающих к базопинакоиду, где явления роста сказываются слабее.

Удельный вес кристаллов 2,965. Средний показатель преломления и оптическая характеристика те же, что и для кристаллов II типа эвколитов того же месторождения.

Для измерения отрезков осей брались измерения с $\{0001\}$; $r\{10\bar{1}1\}$.

№ кри-сталлов	Угол между гранями	Число изм.	Колебания в измерениях	Среднее
1	0001: 1011	3	67°40' ; 67°31' — 67°38' ; 67°45' — 67°49'	67°40'36"
2	" "	"	67°28' — 67°49' ; 67°47' — 67°54' ; 67°47'	67°46'
3	" "	"	67°34' ; 67°41' — 67°51' ; 67°39'	67°39'48"
4	" "	"	67°29' ; 67°32' ; 67°55'	67°33'40"

Таким образом, из среднего значения $s:r = 67^\circ 42' 41''$ вычисляется отрезок осей $a:c = 2,1116$, который не сильно отличается от $a:c$ кристаллов эвколита II типа.

Измерения остальных форм приводятся ниже (табл. IX).

Необходимо отметить, что при установке неполных обломанных кристаллов грань ромбоэдра $r\{10\bar{1}1\}$, имеющая треугольную форму, легко принимается за базопинакоид $s\{0001\}$, и грани скаленоэдра $t\{21\bar{3}1\}$ — за слабо развитые ромбоэдры $z\{10\bar{1}4\}$. При такой неправильной установке, при проектировании граней получается моноклинический вид симметрии, а сами грани получают очень сложные индексы. Такой случай, повидимому, описывает Brögger для норвежского эвколита, при котором неполные кристаллики эвколита с очень блестящими гранями по измерению давали проекцию моноклинической сингонии и сложные индексы, определенные Brögger'ом как $\omega\{415\bar{2}5\}$ и вошедшие в литературу.¹ Несомненно, здесь ошибка в установке, и грани вышеупомянутого индекса должны считаться несуществующими и ошибочно приписанными эвколиту.

2) Очень близко к столбчатым эвколитам Хибинских Тундр стоят кристаллы эвдиалита месторождения № 111 юго-западного цирка Ангвундасchorra Ловозерских Тундр (рис. 5). Эвдиалит этого месторождения светло-желтого и коричневатого цвета образует крупные кристаллы до $1\frac{1}{2}$ см длины, заключенные в мурманит натролит, полевой шпат. Кристаллы эвдиалита характеризуются

¹ W. C. Brögger. Loc. cit.

Таблица IX. Результаты измерения кристаллов эвколита IV типа из месторождения перевала Лопарского (№ 75).

Формы	Число изм.	Колебания в измерениях		Средние значения		Вычисленные		Теоретические	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
c {0001}	4	—	359°26'—360°12'	—	359°44''	—	—	—	—
r {1011}	12	29°57'—30°01'	67°39'48''—67°46'	29°59'28''	67°42'41''	30°0'	67°42'41''	30°0'	67°42'
z {1014}	2	29°40'—30°11'	30°58'—31°16'	29°59'30''	31°07'	30°	31°22'53''	„ „	31°22'
l {0112}	8	29°37'—30°03'	50°29'—50°40'	89°39'40''	50°32'40''	„	50°39'23''	„	50°38'
h {0115}	4	29°43'—30°04'	25°54'—26°55'	29°53'	26°22'	„	26°25'	„	26°0'
m {1010}	17	29°56'—30°0'	90°01'—90°05'	29°57'	90°03'	„	90°0'	„	90°0'
a {1120}	16	0°02'—0°16'	90°01'—90°05'	0°06'	90°03'	0°0'	90°0'	0°0'	90°0'

- c {0001} — дает слабый рефлекс, часто расплывчатый.
 r {1011} — дает хорошие не единичные рефлексы, лежащие в сильных лучах роста.
 z {1014} — дает довольно слабые рефлексы.
 e {0112} — и h {0115} дают уменьшенные туманные рефлексы.
 m {1010} — хорошие не единичные рефлексы, лежащие в лучах роста.
 a {1120} — хорошие рефлексы.

очень хорошо развитым ромбоэдром $r\{10\bar{1}1\}$, узкими призмами $m\{10\bar{1}0\}$ (иногда отсутствуют) и $a\{11\bar{2}0\}$. Базопинакоид развит довольно хорошо, хорошо развит отрицательный ромбоэдр $s\{02\bar{2}1\}$, кроме того, присутствуют ромбоэдры $e\{01\bar{1}2\}$ и $z\{10\bar{1}4\}$; скаленоэдр $t\{21\bar{3}1\}$ развит плохо, наблюдается лишь как притупление ребра r/a . По внешнему виду кристаллы являются как бы промежуточными между типами III и IV.

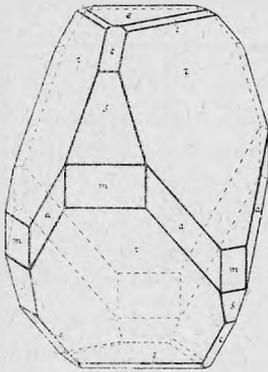


Рис. 5.

Для измерения взято 3 кристалла от $\frac{1}{2}$ до 1 см длины. Удельный вес = 2,855. Средний показатель преломления = 1,593. Оптический знак +, двупреломление = 0,004. Хотя грани кристаллов блестящи, но благодаря сильным лучам роста, при измерении не дают одиночных сигналов, поэтому для вычисления отрезков осей и здесь принима-

лись во внимание рефлексии от участков граней, прилегающих к базопинакоиду.

Измерения угла $s\{000\bar{1}\}:r\{10\bar{1}1\}$ для вычисления отрезка осей дали следующие результаты (установка по $s\{000\bar{1}\}$, рефлексии уменьшенные):

№ кри-сталлов	Число изм.	Колебания в измерениях.	Среднее
1	6	$67^{\circ}32' - 68^{\circ}11'$; $67^{\circ}34' - 68^{\circ}10'$; $67^{\circ}44' - 67^{\circ}50'$	$67^{\circ}53'30''$
2	„	$67^{\circ}50' - 67^{\circ}54'$; $67^{\circ}50' - 68^{\circ}03'$; $67^{\circ}46' - 68^{\circ}08'$	$67^{\circ}48'30''$; $67^{\circ}51'20''$
3	3	$68^{\circ}01'$; $67^{\circ}41' - 67^{\circ}47'$;	$67^{\circ}51'$

Из среднего угла $s:r = 67^{\circ}51'20''$ вычисляется $a:c = 1:2,1280$ и теоретические значения координат для других форм (табл. X).

Описанный IV тип кристаллов является обычным для эвдиалита Гренландии, Kangerdluarsuck, согласно описанию и чертежам, приведенным у Ussing'a¹.

Тип V.

Длинно-призматические тонкие кристаллы, сильно удлиненные по вертикальной оси (рис. 6). Базопинакоид $s\{000\bar{1}\}$

¹ N. Ussing. Meddelelser om Grönland. 1894, т. 14. p. 145.

Таблица X. Результаты измерения кристаллов эвдиалита IV типа из юго-зап. цирка Ангвундасчорра (№ 111).

Формы	Число изм.	Колебания в измерениях		Средние значения		Вычисленные		Теоретические	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
c {0001}	3	?	ρ	?	ρ	?	ρ		ρ
г {1011}	8	$29^{\circ}44'40'' - 30^{\circ}03'30''$	$67^{\circ}38' - 68^{\circ}01'$	$29^{\circ}54'05''$	$67^{\circ}51'20''$	30°	$76^{\circ}51'20''$	$30^{\circ}0'$	$67^{\circ}42'$
z {1014}	7	$29^{\circ}30' - 29^{\circ}41'40''$	$31^{\circ}28' - 31^{\circ}39'$	$29^{\circ}35'20''$	$31^{\circ}29'20''$	„	$31^{\circ}33'49''$	„ „	$31^{\circ}22'$
e {0112}	6	$29^{\circ}48' - 29^{\circ}59'$	$50^{\circ}33' - 51^{\circ}01'$	$59^{\circ}47'20''$	$50^{\circ}50'20''$	„	$50^{\circ}51'23''$	„ „	$50^{\circ}38'$
s {0221}	5	$29^{\circ}4' - 30^{\circ}05'$	$74^{\circ}58' - 78^{\circ}30'$	$29^{\circ}36'30''$	$78^{\circ}14'20''$	„	$78^{\circ}29'56''$	„ „	$78^{\circ}21'$
m {1010}	5	$29^{\circ}0' - 30^{\circ}13'$	$89^{\circ}42' - 90^{\circ}34'$	$29^{\circ}50'40''$	$90^{\circ}07'$	„	$90^{\circ}0'$	„ „	$90^{\circ}0'$
a {1120}	2	$90^{\circ}02' - 0^{\circ}28'$	$90^{\circ}05' - 90^{\circ}06'$	$0^{\circ}14'$	$90^{\circ}05'30''$	0°	$90^{\circ}0'$	$0^{\circ}0'$	$98^{\circ}0'$

c {0001} — дает уменьшенные расплывчатые рефлексы.

г {1011} — хорошие рефлексы, лежащие в сильных лучах роста.

z {1014} — хорошие единичные уменьшенные рефлексы

l {0112}

s {0221} — расплывчатые рефлексы.

m {1010} — хорошие уменьшенные рефлексы.

a {1120} — рефлексы в лучах роста.

развит слабо или отсутствует; призмы обоих родов $m\{10\bar{1}0\}$ и $a\{11\bar{2}0\}$ развиты хорошо, длинными узкими гранями. После них хорошо развит главный ромбоэдр $r\{10\bar{1}1\}$, единичными гранями, не на всех кристаллах, встречаются скаленоэдр $t\{21\bar{3}1\}$, ромбоэдр $z\{10\bar{1}4\}$ и отрицательные ромбоэдры $e\{011\bar{2}\}$ и $s\{02\bar{2}1\}$.

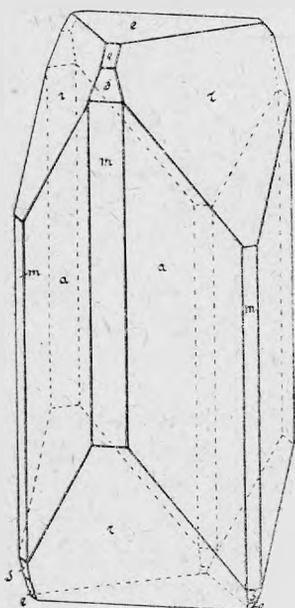


Рис. 6.

Данный тип отмечен исключительно для эвдиалитов Ловозерских Тундр. Кристаллы эвдиалита этого типа обнаружены не в жильных выделениях, а образуют жильные породы эвдиалитового луюврита, в которых эвдиалит обильными столбчатыми кристаллами заключен в полево шпате, в сопровождении небольших количеств эгирина. Такого рода жильная порода обнаружена в цирке Сенгисчорра в Ловозерских Тундрах (№ 115).

Измерения данного типа кристаллов приводятся ниже. Кристаллы с трудом извлекаются из полевого шпата, обычно ломаются или являются деформированными, особенно грани призмы. Установка производилась по базопинакoidу. Из среднего угла $e:r = 67^\circ 52' 20''$ вычисляется отрезок осей $a:c = 1:2,12916$ и теоретические значения координат

всех форм, приведенные вместе с результатом измерения в таблице XI. Результаты измерения угла $e:r$ при уменьшенных рефлексах:

	Среднее
№ 1 $e:r = 67^\circ 56'$; $67^\circ 54'$; $67^\circ 31'$ — $67^\circ 54'$	67°47'45"
№ 2 $e:r = 67^\circ 50'$ — $67^\circ 56'$; $67^\circ 27'$ — $68^\circ 13'$; $68^\circ 07'$	67°58'30"
№ 3 $e:r = 67^\circ 23'$ — $67^\circ 52'$; $67^\circ 59'$	67°54'37"
№ 4 $e:r = 67^\circ 58'$; $67^\circ 53'$; $67^\circ 40'$	67°50'20"

Общая гномоническая проекция встреченных форм во всех описанных выше типах кристаллов эвдиалитовой группы сведена на чертеже 7.

Лучи роста заметно выражены лишь в сильно призматических кристаллах типа IV и V. Наиболее сильные лучи роста, как это отмечено в проекции, идут от $r\{10\bar{1}1\}$ к $a\{11\bar{2}0\}$ через грани

Таблица XI. Результаты измерения кристаллов эвдиалита V типа месторождения Сенгисчорра (№ 115).

Формы	Число граней	Колебания в средних значениях		Средние значения		Вычисленные		Теоретические	
		φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
c {0001}	4	—	359°59'—360°02'	—	36°0'				
r {10 $\bar{1}$ 0}	12	29°55'—30°04'	67°47'—67°58'	30°15'	67°52'20"	30°0'	—	30°0'	67°42'
z {10 $\bar{1}$ 4}	4	29°56'—30°09'	31°29'—31°40'	30°02'40"	31°33'40"	„ „	31°35'28"	„ „	31°22'
e {01 $\bar{1}$ 2}	3	29°50'—30°04'	50°47'—50°55'	29°57'	50°51'0"	„ „	50°52'50"	10°53'	50°38'
s 0 $\bar{2}$ 21}	9	29°47'—29°58'	78°23'—79°06'	29°54'	78°19'20"	„ „	78°30'28'	30°9'	78°24'
t {21 $\bar{1}$ 3}	12	11°05'—10°51'	81°05'—81°18'	11°01'7"	81°13'11"	10°50'	81°07'	30°6'	81°11'
\bar{m} {1010}	9	29°36'—30°30'	89°30'—90°34'	29°55'15"	89°59'	„	90°0'	36°0'	90°0'
a {11 $\bar{0}$ }	9	57°57'—0°30'	89°51'—89°58'	0°12'	89°27'30"	0° 0'	90°0'	0° 0'	0°0'

скаленоздра $t\{2131\}$, которые лежат всегда в лучах роста. Хорошо развиты также в некоторых кристаллах лучи роста от $e\{0112\}$ к $s\{0221\}$. Очень слабые лучи роста наблюдаются в некоторых кристаллах от $c\{0001\}$ к $z\{1014\}$.

Колебания в отрезках осей в измеренных кристаллах всех типов довольно большие. Взяв среднее из всех вычисленных отрезков осей, получаем: $a:c = 1:2,1105$, отношение это является довольно близким к отрезку осей $a:c = 1:2,1116$, даваемому Miller'ом.

На основании вышеизложенного кристаллографического описания эвдиалитовой группы Хибинских и Ловозерских Тундр можно сделать следующие выводы:

1) Весь изоморфный эвдиалито-эвколитовый ряд для Хибинских и Ловозерских Тундр дает пять типов кристаллов.

2) Так как в одном и том же типе встречаются и эвдиалиты и эвколиты, то различные типы кристаллов обуславливаются не положением минерала в изоморфном ряду, т.-е. не химическим составом, а условиями кристаллизации — временем выделения и, может быть, парагенезисом, именно:

а) раннему выделению отвечает пластинчатый и таблитчатый типы кристаллов (тип I, II, и III), более позднему — призматические типы (III и IV). Этот вывод стоит в согласии с тем фактом, что более поздний по своему образованию Ловозерский массив, как в жильных выделениях, так и в породе имеет исключительно призматический тип кристаллов эвдиалита, время выделения которых сравнительно с эвдиалитами Хибинских Тундр является более поздним. В Хибинском массиве сильно пластинчатые кристаллы эвколита типа III склонов Хибинпахкчорра (№ 3) и цирка Вудъяврчорра приурочиваются к раннему по кристаллизации хибиниту, более толсто-таблитчатые и призматические кристаллы эвколита типа II находятся в более поздних средне и мелкозернистых разностях внутренней части Хибинских Тундр.

3) Различные значения координаты ρ для главных ромбоэдров r и z и др. и вычисляемых из них различных отрезков осей стоят, повидимому, в связи не с положением в изоморфном ряду, т.-е. химическим составом, а с типом кристаллов и явлениями роста. Пластинчатым и таблитчатым кристаллам со слабо выраженными явлениями роста отвечает несколько меньший наклон граней к базопинакoidу; призматические кристаллы с ясно выраженными направлениями роста от ромбоэдра к призме

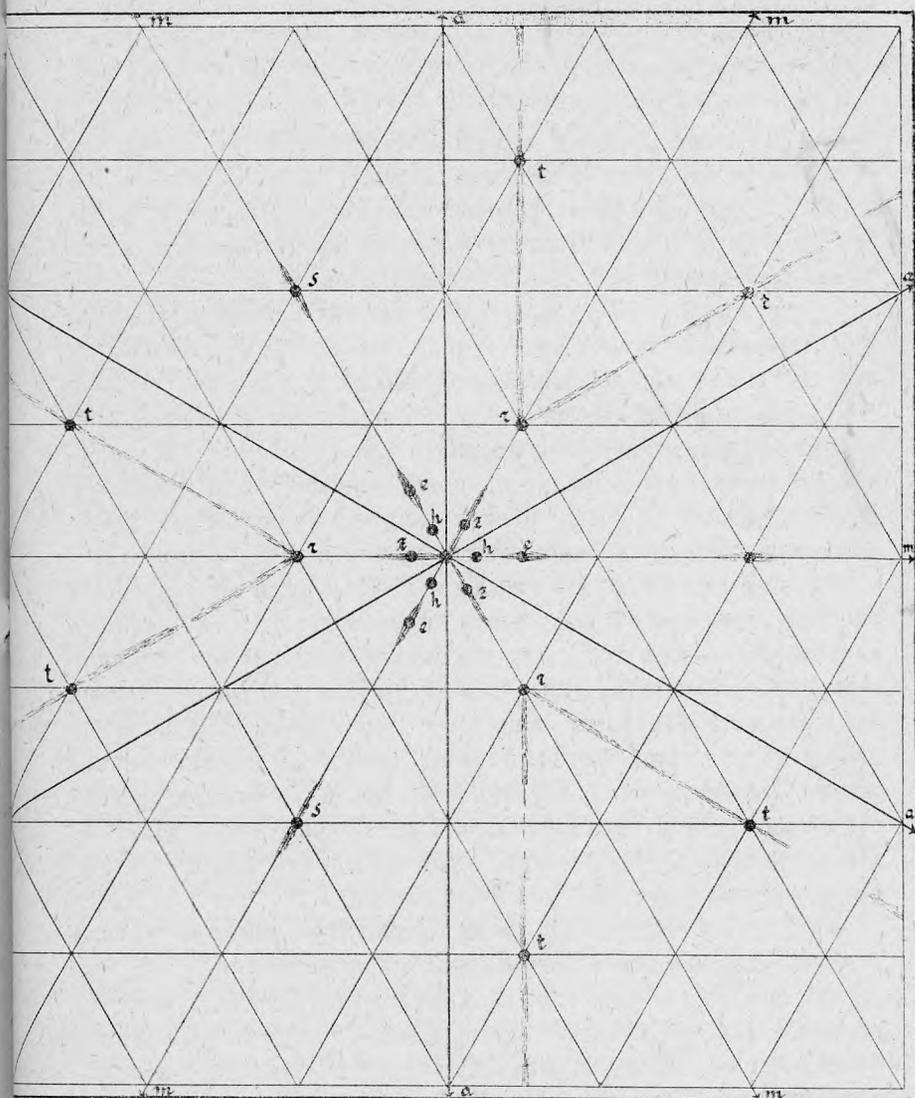


Рис. 7.

имеют несколько больший угол наклона косых граней к базопинакоиду.

Месторождения и парагенезис.

Распределение и парагенезис различных членов эвдиалитового ряда, в Хибинских и Ловозерских Тундрах различны и

обуславливаются геохимической характеристикой обоих щелочных массивов.

А. Хибинские Тундры.

В Хибинских Тундрах, помимо большой роли Na, значительную роль в жильных выделениях играют Ca, и Fe в виде минералов сфена, ильменита, роговой обманки, астрофиллита, пектолита, допарита и др. Поэтому большого распространения оптически положительных членов — эвдиалитов, в которых количество окислов R_2O (Na_2O , K_2O , H_2O) преобладает над RO (Ca, Mn, Fe)O, теоретически ожидать трудно. Наблюдения показывают, что эвдиалиты действительно являются наименее распространенными в Хибинских Тундрах и обнаружены лишь в 3—4 месторождениях, при чем эвдиалит в некоторых из них наблюдается вместе с мезодиалитом, приурочиваясь чаще к залобандам выделений. Поэтому в виду близости парагенезиса, месторождения эвдиалитов описываются вместе с мезодиалитами.

Мезодиалиты¹ и эвколиты пользуются значительным распространением. Мезодиалиты приурочиваются к внешней кольцевой зоне массива, петрографически связываются с крупнозернистым нефелиновым сиенитом-хибнитом и крупнозернистым лейстовым нефелиновым сиенитом. Парагенезис мезодиалитов: лампрофиллит, ринколит, энigmatит, эгирин, нефелин, полевой шпат. Эвколиты приурочиваются к внутренней кольцевой зоне массива, где геохимически играют значительную роль элементы типа RO. Парагенезис эвколитов: сфен, ильменит, нефелин, роговая обманка, эгирин, альбит:

Для мезодиалитов (реже эвдиалитов) намечаются следующие главные типы пегматитовых выделений.

Эвдиалито-энigmatитовый тип (тип II).¹ Этот тип обнимает многочисленные месторождения, встречаемые исключительно в хибните. Главные минералы этого типа: мезодиалит, энigmatит, эгирин, полевой шпат, нефелин; второстепенные: лампрофиллит, сфен, ильменит. Мезодиалит является

¹ А. Е. Ферсман (под ред.). Хибинские и Ловозерские Тундры, 1928 г., т. II. Месторождения Хибинских и Ловозерских Тундр. Труды Института по изучению Севера. Генетическая таблица I. Изд. ВСНХ 1928 г. При описании видов месторождений, как и в генетической таблице, термин «мезодиалит» не вводится, а всюду в заглавиях сохранено лишь два обозначения: эвдиалит и эвколит.

в крупных сплошных, иногда идиоморфных выделениях, редко в правильных кристаллах. Цвет его коричнево-красный, грязно-красный, бурый. Оптически характеризуется сильной дисперсией, очень низким двупреломлением, меняющимся оптическим знаком и является типичным мезодиалитом. Время выделения отвечает равней магматической стадии. Кристаллизуется мезодиалит одновременно с энigmatитом, поэтому на границе обоих минералов, особенно на мезодиалите, наблюдается сильная индукционная штриховка.

К этому типу должны быть отнесены следующие месторождения: эвдиалито-энigmatитовые месторождения плато южного Часначорра, Северного Часначорра (№№ 17 и 18), Тахтарвумчорра (№ 9), Коашвы (№ 95) Китчепакха, 1, 2 и 3-й восточные цирки Тахтарвумчорра, западный склон Поачвумчорра к ущелью Рамзая (№ 22), ущелье Рамзая (№ 24), Айкуайвенчорра и Ловчорра (№ 93), восточных склонов Путеличорра (№ 13), южного склона Валепакха (№ 37), т.е. все внешнее полукольцо Хибинских Тундр, образующее с севера, запада и юго-запада внешнюю периферическую зону, сложенную крупнозернистым хибинитом, характеризуется распространением эвдиалито-энigmatитовых выделений.

Эвдиалито-эгириновые и роговообманковые выделения по времени выделения и распространению своему в той же разности крупнозернистого хибинита являются подтипом эвдиалито-энigmatитовых выделений. Парагенезис: эвдиалит, эгирин II, роговая обманка, полевой шпат, нефелин, редко лампрофиллит, энigmatит и др. Эвдиалит малиново-красных, красных, фиолетово-красных цветов, в соседстве с энigmatитом приобретает коричнево-красный и грязно-красный цвет. Оптическое изучение показывает, что эвдиалит то является мезодиалитом, с чередующимся оптическим знаком и сильной дисперсией, с показателем преломления и удельным весом, приближающимися ближе к эвдиалиту, то настоящим оптически положительным эвдиалитом. Сюда относятся следующие месторождения: эвдиалито-эгириновые осыпи ущелья Рамзая (мезодиалит, № 24), эвдиалито-эгириновые осыпи южного отрога Ийдичвумчорра (малиново-красные кристаллы мезодиалита в эгирине маршр. № 44), эвдиалито-эгириновые жилы Южного Часначорра (мезодиалит, маршр. № 2), Медвежья лощина Лявочорра (маршр. № 62), эвдиалитороговообманковая жила Поачвумчорра (маршр. № 29), сильно

разрушенный оптически положительный эвдиалит, образующий неправильные выделения среди щелочной роговой обманки гастингситового ряда), малиново-красный эвдиалит в мелко-волокнистом эгирине ущелья Юкспорлак (№ 84), восточный склон Вудъяврчорра, — против середины оз. Вудъявр (маршр. 1926 г.) и др.

Ринколито-эвдиалитовый тип (тип 1) включает в себе несколько месторождений, встреченных в лейстовой разности крупнозернистого нефелинового сиенита. По времени выделения этот тип относится к магматической и начальным моментам эпимагматической стадии. Эвдиалит выделяется очень рано, в зальбандах жил он образуется после полевого шпата и нефелина, в самых жилах образование эвдиалита идет одновременно с эгирином II генерации, лампрофиллитом и ринколитом. Главные минералы этого типа: ринколит, эгирин, лампрофиллит, калиевый полевой шпат. К этому типу относятся следующие крупные месторождения:

1) Эвдиалитовая жила Лявайока (№ 33). Парагенезис минералов жилы: много эвдиалита, эгирина, энигматита, калиевого полевого шпата, меньше нефелина, сфена, роговой обманки. Эвдиалит в зальбандах месторождения образует крупные неправильные выделения, обладает ярко-розовым цветом, и по своим оптическим и физическим свойствам стоит ближе к оптически положительному эвдиалиту. В центральных частях месторождения эвдиалит сохраняет ярко-розовый цвет, образует крупные выделения и часто кристаллы в парагенезисе с эгирином, ринколитом и лампрофиллитом и по своим свойствам то является эвдиалитом, то примыкает к мезодиалитам. В частях жилы, обогащенных энигматитом, эвдиалит принимает кирпично-красный и коричнево-красный цвет и является типичным мезодиалитом по своим свойствам.

2) Ринколито-эвдиалитовое месторождение склонов Иидичюка (жила Черника, № 15) представляет по характеру залегания выполнение миаролитического вздутия неправильной формы в нефелиновом сиените. Парагенезис минералов: много лампрофиллита, эгирина, ринколита, эвдиалита, меньше полевого шпата и нефелина, мало молибденового блеска, цинковой обманки, мурманита, халцедона, много элатолитовых пустот. Эвдиалит малиново-красного цвета, редко в кристаллах, главным образом, в сплошных крупных выделениях. Оптически является то изотропным, то с очень низким двупреломлением и чередующимся

оптическим знаком, редко являясь в некоторых участках оптически положительным эвдиалитом.

3) Эвдиалито-ринколитовое месторождение долины между южными отрогами Кукисвумчорра (№ 70) представляет собою изоморфные выделения эвдиалита, ринколита, полевого шпата и эгирина в нефелиновом сиените. Эвдиалит ярко-малинового цвета, по своим свойствам принадлежит к крайним оптически положительным членам эвдиалитового ряда (таблицы III и IV).

Лампрофиллит-эвдиалитовый тип (тип 3). Эвдиалит находится в парагенезисе с эгирином II, лампрофиллитом, калиевым полевым шпатом, в небольшом количестве энigmatитом и роговой обманкой. Время образования этого типа относится к последним моментам эпимагматической стадии, т.е. позже двух предыдущих типов. Эвдиалит является в идиоморфных и неправильных выделениях коричнево-красного, грязно-красного и малиново-красного цвета. По оптическим и физическим свойствам принадлежит к промежуточным членам всего изоморфного ряда. К этому типу относятся месторождения: лампрофиллит-эгириновая жила ущелья Вудъяврчорра (№ 11), эвдиалито-лампрофиллитовая жила 3-го западного цирка Кукисвумчорра (№ 58), эвдиалито-лампрофиллитовая жила высоты 580 (№ 65).

Эвколиты пользуются довольно значительным распространением в Хибинских Тундрах. Петрографически месторождения эвколитов связываются, главным образом, с более поздними по своей кристаллизации разностями нефелинового сиенита, именно средне- и мелкозернистыми. Реже наблюдаются эвколиты и во внешнем полукольце, сложенном крупнозернистым хибинитом — именно в месторождениях: эвколитовой жилы юго-восточных склопов Хибинпахчорра (№ 3) и юго-восточной осыпи Вудъяврчорра; (маршр. 1927 г.) эвколит этих месторождений дает сильно пластинчатые кристаллы раннего образования (рис. 4). Территориально главные месторождения эвколита приурочиваются к центральной части Хибинских Тундр, где они связаны чаще всего с тектонического происхождения перевалами и долинами. Главные месторождения эвколита связаны с жильными выделениями следующих типов:

Эвколито-альбитовый тип (тип 5). Эвколит этих месторождений находится в парагенезисе с альбитом, калиевым полевым шпатом, эгирином, роговой обманкой, астрофиллитом, нефелином, сфеном. Эвколит выделяется до альбита вместе

с эгирином, роговой обманкой и астрофиллитом. С внешней стороны месторождения характеризуются обильными массами мелкокристаллического сахаровидного альбита, в которой погружены все остальные минералы. Эвколит желто-бурого и желто-шоколадного цвета в кристалликах до 1 см поперечника, иногда с очень хорошо образованными прекрасными блестящими гранями. В шлифах кристаллики ясно концентрически зональные, с повышающейся отдельными слоями от центра к периферии интерференционной окраской. К этому типу относятся месторождения: эвколито-альбитовая жила перевала Лопарского (№ 75), эгирино-альбитовая жила перевала Лопарского (№ 74), альбито-роговообманковая жила верхнего течения Каскасьюнаюка (№ 48) осыпи 3-го Восточного цирка Тахтарвумчорра.

Эвколитовые жилы со сфеном и с ильменитом (тип 11). Эвколит сопровождается калиевым полевым шпатом, нефелином, содалитом и, в зависимости от подгруппы, то сфеном, то ильменитом. Эвколит выделяется после нефелина, совместно со сфеном и с ильменитом. Эвколит желто-красного, вишнево-красного и вишневого цвета. Оптически является довольно однородным с постоянным отрицательным оптическим знаком. К этому типу относятся месторождения: эвколито-сфеновая жила перевала Лопарского (№ 76), эвколито-содалитовая жила Маннепахка (эвколит сплошной, однородный в парагенезисе с крупнокристаллическим содалитом и мелкокристаллическим ильменитом). Эвколитовая жила Хибинпахкчорра (№ 3) (эвколит вишнево-красного цвета сопровождается крупными кристаллами нефелина, роговой обманки и ильменита).

Астрофиллито-эвколито эгириновый тип. (тип 4-а). Жильные выделения, принадлежащие к этому типу, характеризуются крупными пластинчатыми выделениями астрофиллита, волокнистым эгирином II и эвколитом желто-бурым, красно-бурым и коричневым, то в кристаллах, то в неправильных сплошных выделениях. Парагенезис: полевой шпат, сфен, нефелин, астрофиллит.

Время выделения эвколита раннее — до эгирина и астрофиллита. Сюда относятся следующие месторождения: астрофиллито-эвколитовые осыпи ущелья Лопарского (№ 73), астрофиллито-эвколитовое месторождение северного перевала Партмчорра (№ 39), астрофиллитовое месторождение западного ущелья Ньоркпахка (№ 85), эвколито-астрофиллитовые осыпи долины между южными отрогами Кукисвумчорра (маршр. № 112) и др.

Лопарито-эвдиалитовые выделения (тип. 20) приурочиваются главным образом к западной контактной зоне и представляют собой плировые и гнездовые выделения и прожилки небольшой мощности в хибините. Основная масса выделений принадлежит буро-красному, чаще всего сильно измененному эвдиалиту, содержащему игольчатые включения эгирина и кристаллы лопарита. По оптическому изучению эвдиалит характеризуется очень низким двупреломлением, меняющимся оптическим знаком, по трещинам изменения всегда отрицателен. Выделения этого типа в большом количестве находятся в контакте Малого Маннепахка, Хибинпахка, Чильмана, склонов Юмъечорра.

Кроме того, эвдиалит или эвколит всегда сильно разрушенные в небольшом количестве входят в состав жил полевошпато-нефелиновых с эгирином и лопаритом (16-в) полевошпато-эгириновых с рамзаитом (21-в), роговообманково-амазонитовых (13), полевошпатово-нефелиновых с эгирином (16-а) и др.

В. Ловозерские Тундры.

Ловозерские Тундры в жильных выделениях геохимически отличаются от Хибинских Тундр чрезвычайной бедностью элементов Са и Fe, на что указывает полное отсутствие в Ловозерских Тундрах сфена, ильменита, пектолита и астрофиллита. Богатство этого щелочного массива Na, с одной стороны, и H₂O как пневматолитического агента, с другой стороны, ведет к обильному образованию в Ловозерских Тундрах минералов, имеющих слабое распространение в Хибинских Тундрах, именно, рамзаита и мурманита. По этой же причине из минералов описываемой группы в Ловозерских Тундрах имеют главное распространение эвдиалиты, меньше мезодиалиты, эвколиты же совершенно не наблюдались.

Распространение жильных выделений в Ловозерских Тундрах не имеет той закономерности как в Хибинских Тундрах. Пегматитовые выделения в Ловозерских Тундрах приурочиваются к северо-западной части Тундр и захватывают массивы: Аллуайва, Ангвундасчорра, Сентисчорра, западной части Карнасурга, располагаясь в долинах и цирках этих массивов: цирке Раслаке, Аллуайве, западном и юго-западном цирках

Ангвундасчорра, цирке Сенгисчорра, перевале Тавайока, долине Чинглусуай, Тулбньюуайя, Элемарайка и др. Минералогически пегматитовые выделения Ловозерских Тундр значительно более однообразны, чем в Хибинских Тундрах. Петрографически они связываются с луювритами, структурно сильно отличными от нефелиновых сиенитов Хибинских Тундр.

Эвдиалиты встречены в Ловозерских Тундрах в месторождениях следующих типов:

Эгирино-полевошпатовый тип с рамзаитом (тип 21-а). Очень распространенный для Ловозерских Тундр тип жильных выделений, связанный петрографически с эвдиалитовым луювритом или жильным фойяитом. Парагенезис: эгирин II, полевоый шпат, нефелин, рамзаит, эвдиалит, в небольшом количестве нептунит. По времени выделения этот тип ранний и относится к начальным моментам магматической стадии. Рамзаит образует крупные кристаллы и идиоморфные выделения, эгирин чаще всего образует длинные радиально-лучистые агрегаты, эвдиалит аллотриоморфен и заполняет промежутки между другими минералами. Цвет его красно-коричневый, красно-желтый. По своим физическим свойствам — удельному весу, показателю преломления и оптическому знаку — чаще всего является настоящим эвдиалитом, реже мезодиалитом.

Месторождения этого типа были обнаружены: в долине Тулбньюуайя (№ 123) — наблюдалась коренная линза в жильном фойяите. Эвдиалит занимает центральную часть линзы, зальбанды которой обогащены соляцами эгирина в полевоом шпате. Эвдиалит и полевоый шпат содержат кристаллы рамзаита и пустоты элатолита.

Склон Ангвунсньюона в цирке Сенгисчорра (№ 113) коренная осыпь, долина реки Аллуайва (№ 119), вершина Аллуайва № 117, коренная россыпь, южный склон Ангвунсньюона к цирку Сенгисчорра (№ 114) склон Ангвунсньюона (№ 126), Северный перевал Тавайок (№ 106) (пегматитовые выделения эвдиалита, рамзаита, эгирина, полевоого шпата в тавите. Эвдиалит содержит кристаллический содалит).

Лампрофиллитомурманитовый тип (тип 25); сильно распространенный в Ловозерских Тундрах жильный тип, связанный петрографически с лейкократовыми жильными породами и содалитовым и нефелиновым сиенитом. Парагенезис главных минералов этого типа: мурманит, рамзаит, полевоый

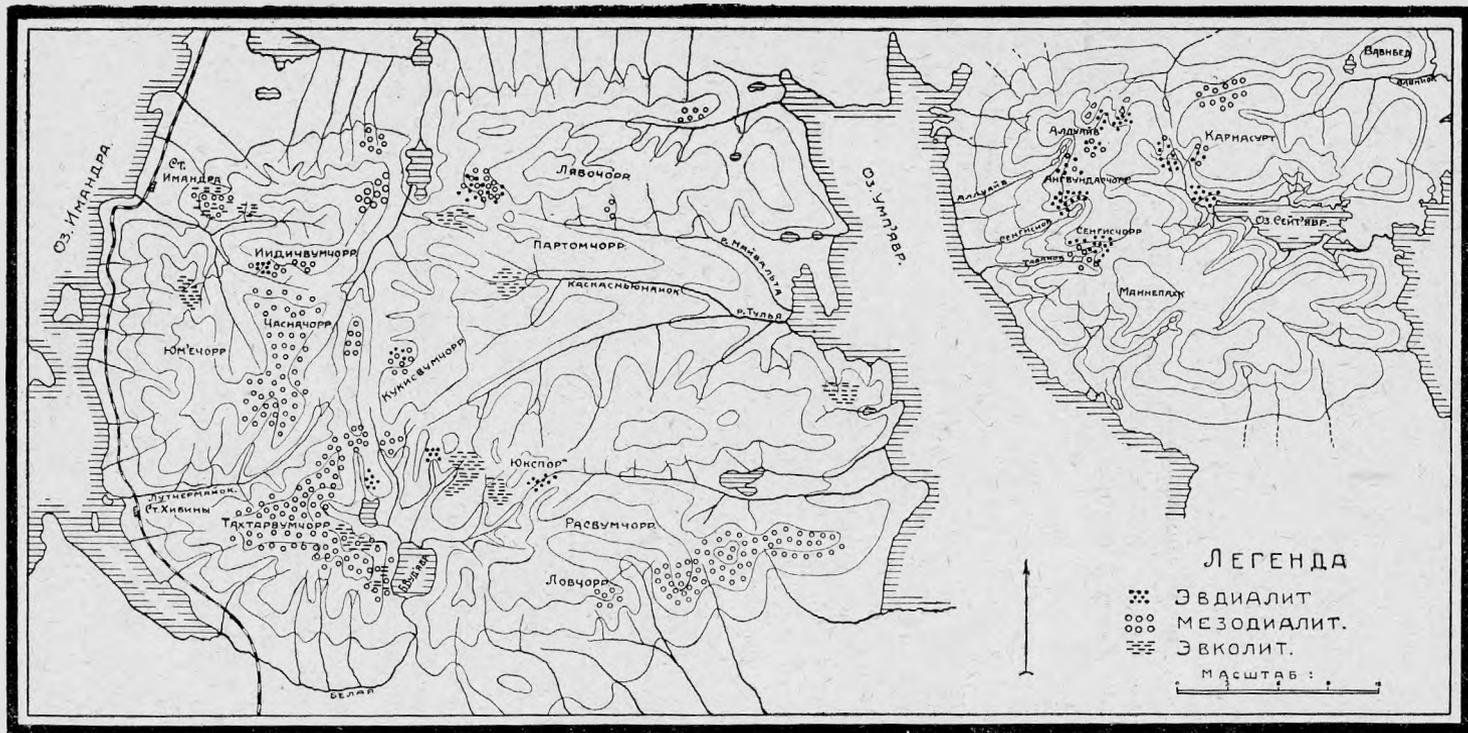


Рис. 8. Распределение эвидиолито-эвколитового ряда в Хибинских и Ловозерских Тундрах.

шпат, эгирин, амфибол, эвдиалит, нефелин, содалит, лампрофиллит. В противоположность предыдущему типу, описываемый характеризуется присутствием мелких пустот пневматолитического характера, и минералов пневматолитической стадии — молибденового блеска, цинковой обманки. Эвдиалит, ранний по своему образованию, включен в полевой шпат, содалит, мурманит и образует кристаллы типов 4 и 5. Цвет эвдиалита меняется от светло-желтого до красно-желтого.

К этому типу относятся следующие главные месторождения:

Лампрофиллито-мурманитовая осыпь Чингласуайя (№ 118) — коренная осыпь на восточном отроге Аллуайва. Эвдиалит светло-желтыми и желто-красными кристаллами в 4—5 см заключен в лампрофиллит, полевой шпат и мурманит. Мурманит содержит еще кристаллы содалита, лампрофиллит образует крупные пластинчатые и лучистые выделения. Все месторождения, кроме того, содержат много эгирина.

Лампрофиллито-мурманитовая осыпь цирка Раслак 1-й (№ 121), Эвдиалито-лампрофиллитовые осыпи Карнасурта (№ 128), Лампрофиллито-мурманитовая жила юго-западного цирка Ангвундасчорра (№ 111), Лампрофиллито-мурманитовая осыпь цирка Раслака 2-го (№ 116).

Все перечисленные месторождения близко стоят к описанному подробнее выше месторождению Чингласуайя (№ 118).

Распределение эвдиалито-эвколитового ряда в Хибинских и Ловозерских Тундрах дается в схематической карте Хибинских и Ловозерских Тундр (рис. 8).

Иностранные месторождения эвдиалитов и эвколитов.

Помимо Хибинских и Ловозерских Тундр в количественном отношении представляющих главные крупные районы распространения этого минерала, эвдиалиты и эвколиты известны в следующих месторождениях:

1) В Гренландии¹ в нефелиновых сиенитах Kangerdluarsuck встречается в большом количестве эвдиалит в пегматитовых выделениях в парагенезисе с полевым шпатом, эгирином

¹ N. Ussing. Meddelelser om Grönland, 1894, t. 14, p. 145.

арфведсонитом. Эвдиалит образует как кристаллы, так и сплошные аллотриоморфные выделения. Эвдиалит по своему парагенезису и цвету близко стоит к мезодиалитам Хибинских Тундр. В количественном отношении эвдиалит в Гренландии пользуется широким распространением и в 1909 г. Steenstrup добыл там 55 тонн эвдиалитовой руды для технических целей.¹

2) В Гренландии² на плато Narsarsuck эвдиалит имеет довольно редкое распространение. Встречается вместе с эгирином и полевым шпатом. Эвдиалит позднего образования встречается сплошными аллотриоморфными выделениями и по своим свойствам (двупреломлению, знаку) должен быть отнесен к промежуточным членам эвдиалитового ряда.

3) В Норвегии³ в нефелиновых сиенитах Langesundfjord'a имеет большое распространение эвколит, который встречается в пегматитовых жилах в большом количестве, редко в кристаллах, главным же образом в сплошных выделениях; парагенезис эвколита: полевой шпат, роговая обманка, мозандрит, баркевикит, розенбушит, велерит, эгирин, астрофиллит. Цвет эвколита красно-коричневый, каштаново-коричневый, красно-розовый. Показатель преломления 1,622 или 1,618, $n_g - n_p = 0,004$, удельный вес 3,00; 0,081; 2,908.

4) В Magnet Cove Арканзаса⁴ в палеозойских породах наблюдаются дейки элеолитового сиенита. Порода крупнозернистой структуры образует пегматитовые выделения из ортоклаза, эгирина, элеолита, эвдиалита, астрофиллита, титанита, манганопектолита, томсонита и натролита. Эвдиалит образует два типа кристаллов: один, с преобладающим развитием положительных ромбоэдров, другой — отрицательных ромбоэдров. Выделяется до полевого шпата. Удельный вес эвдиалита колеблется от 2,809 до 2,833. Двойное преломление положительное. При изменении дает эвколит буроватого цвета. Эвколит образует таблитчатые кристаллы тригонального облика, с хорошо развитым ромбоэдром

¹ K. Steenstrup. Meddelelser om Grönland, 1910, t. 24, pp. 132—138.

² G. Flink. Meddelelser om Grönland, 1899, t. 24, p. 90.

³ W. C. Brögger. Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der Südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Zeitschr. f. Krist., 1890, Bd. 16, p. 498.

⁴ I. Williams. Geol. Survey of Arkansas, 1891, vol. II, pp. 238—247.

n_{1011}). Удельный вес их определен очень низко: 2,6244—2,6630 при 15°C, что зависит, вероятно, от их происхождения при выветривании и разложении эвдиалита.

5) Острова Los.¹ Среди нефелиновых сиенитов архипелага Восточной Африки эвдиалит очень обычен в породах типа луяврита и редок в сиенитах нормального типа. Эвдиалит имеет оптический знак меняющийся в одном и том же шлифе, но не концентрическими зонами, а неправильными ячеями. Двупреломление не больше 0,002, оно больше в разностях $+$, чем $-$, спайность прерывистая по (0001), плеохроизм $\parallel n_p$ карминово-красный $\parallel n_g$ бесцветный. Изменение эвдиалита наблюдается чаще всего в катаплеите, реже в цирконе. На острове Роша (Los) эвдиалит обычен в пегматитовых жильных выделениях, сопровождается эгирином, астрофиллитом, нефелином и всегда изменен в катаплеите.

6) В Мадагаскаре в нефелиновых сиенитах Nosy Komba в эгирине и полевом шпате, Lacroix описывает минерал, ближе всего подходящий по свойствам к эвдиалиту. Минерал образует одноосные кристаллы гексагонального сечения с довольно высоким показателем преломления, с заметным плеохроизмом, напоминающим оттенки piemontita: n_g бледно-желтый, n_p карминово-красный. В центре кристаллы менее окрашены, чем у периферии. Минерал обладает довольно заметной дисперсией. Наибольшая разница с эвдиалитом заключается в двупреломлении, которое достигает 0,01.²

7) В Мадагаскаре, в массиве Ambolimarahavaу в породе, принадлежащей к серии луяритовых пород Lacroix³ описывает минерал желто-коричневого цвета. Сечения минерала к оптической оси имеют тригональный или гексагональный облик. Минерал характеризуется оптически отрицательным знаком, местами показывает сильный плеохроизм коричнево-красных тонов, с максимумом поглощения по n_p . При микроскопическом изучении кристаллы являются сильно зональными, с двупреломлением, меняющимся от 0 до 0,009. Показатель преломления 1,643. Удельный вес = 2,97. Анализ минерала:

¹ A. Lacroix. Les syénites néphélinitiques de l'archipel de Los. Nouv. Arch. du Museum, 1911, t. III, pp. 29—31.—A. Lacroix. CR, 1906, t. CXLII, p. 618.

² A. Lacroix. Nouv. Arch. du Museum, 1902, t. IV, p. 41.

³ A. Lacroix. CR, 1915, t. CLXI, p. 253.

SiO₂ = 40,0; ZrO₂ = 16,4; Ce, La, Di = 22,5; FeO = 5,6; MnO = 0,1; CaO = 6,1; Na₂O = 6,6. Сумма = 97,5. Недостаток в сумме должен, повидимому, принадлежать Cl, Ft или H₂O, которые не могли быть определены из-за тесной ассоциации минерала с рибекитом, содержащим и Ft и H₂O. Описанный минерал образует интересные псевдоморфозы по кварцу и циркону.

Т а б л и ц а XII.

Анализы эвдиалитов и эвколитов иностранных месторождений.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	48,63	49,76	50,39	51,83	45,70	48,88	46,54
ZrO ₂	14,49	14,12	12,40	11,45	14,22	15,17	15,74
Ce ₂ O ₃	2,27	2,48	3,05	—	—	2,49	5,19
Di ₂ O ₃						4,07	
La ₂ O ₃						1,11	
Nb ₂ O ₅	—	—	0,41	—	2,35	—	—
Ta ₂ O ₅	—	—	—	0,39	—	—	—
FeO	5,54	6,23	6,70	4,37	6,83	7,28	6,65
MnO	0,42	1,00	2,74	0,37	2,35	0,52	2,04
CaO	10,57	10,51	9,12	14,77	9,66	11,63	10,61
MgO	0,15	—	—	0,11	—	—	—
Na ₂ O	15,90	13,23	14,18	13,29	11,59	8,80	10,50
K ₂ O	—	0,62	—	0,43	—	1,24	0,43
Cl	1,04	1,45	1,29	1,42	1,55	1,57	1,44
H ₂ O	1,91	1,24	0,26	1,88	1,83*	2,50*	1,77*
Сумма	100,92	100,64	100,54	100,31	99,24	100,66	100,91

1. Kangerdluarsuck, Гренландия. I. Lorenzen, Miner. Mag., 1882, t. 5, p. 63.
2. " " Rammelsberg. Mineralchemie, 1895, p. 448.
3. Narsarsuck, Гренландия. C. Christensen. Mineralogia Grönlandica, 1905, p. 495.
4. Arkansas. T. H. Genth. Am. Journ., 1891, vol. 41, p. 397.
5. Barkevik. Норвегия. Damour. Phil. Mag., 1857, vol. 13, p. 391.
6. Brevik. " Rammelsberg. Zeitschr. geol. Gesellech., 1886, Bd. 38, p. 500.
7. Arb. Норвегия. Rammelsberg. Mineralchemie. Ergänzungsheft, 1894, p. 447.

* Потеря при прокаливании.

Т а б л и ц а XIII.

Сводка оптических и физических констант эвдиалитов и эвколитов по литературным данным.

Месторождения	Удельный вес	Показатель преломления	Величина двупреломл.	Оптический знак	Отрезок по оси с.
Гренландия, Kangerluarsuck . . .	2,85 ²	$\omega_{Na} = 1,6084^3$ $\epsilon_{Na} = 1,6142$ $\omega_{Li} = 1,6042$ $\epsilon_{Li} = 1,606$	0,0018 ³	+ и ±	2,11159
Норвегия, Langesundfjord	2,98—3,10 ⁴	$\omega = 1,6205^4$ $\epsilon = 1,6178$	0,0027 ⁴	—	2,1055 ⁴
Арканзас, Magnet Cove	2,80—2,83 ⁵ 2,6244 ⁵ 2,6630 ⁵			+ и ±	2,11175 ⁵
Kola, Lujavr Urt	28,49 ⁶	$n_{rh} = 1,6018^6$ $n_{Na} = 1,6057^6$		+	
Kola, Umptek	2,835—2,923 ⁷	$\omega_{rh} = 1,6085$ $\epsilon_{hr} = 1,6105$ $\omega_{Na} = 1,6104$ $\epsilon_{Na} = 1,6129$	0,002 0,0025 0,00....0,00132	+ и ±	2,0966 ⁷

1. N. Kokscharow. Materialien zur Mineralogie Russlands. 1878, t. III., p. 2.
2. J. Lorenzen. Meddelels. om Grönland. 1881, t. II.
3. H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie, 1912. Определение Wülfing'a.
4. W. C. Brögger. Mineralien d. südnorwegischen Augitsyenite. Zeitschr. f. Krystallographie. 1890, t. XVI, p. 503.
5. J. T. Williams. Igneous Rocks of Arkansas. Ann. Rep. Geol. Survey of Arkansas, 1891, p. 203.
6. W. Ramsay. Fennia, 1890, t. III, № 7, p. 42.
7. W. Ramsay. Neues. Jahrb. f. Miner. 1893, Beil. Bd. VIII, p. 722.

8) В Мадагаскаре, на правом берегу Beroudra в массиве Bezavona. Ласгроix¹ описывает в нефелиновом эгириновом сиените эвдиалит, превращенный в катапleit.

9) В Трансваале в районе Пиландсберга Brouwer² описывает нефелиновые сиениты, содержащие эвдиалит, астрофиллит, мозандрит и ловенит. Эвдиалит показывает изменение в катапleit.

10) В Новой Тасмании в Shannon Tier³ наблюдается нефелино-эвдиалитовый, очень мелкокристаллический, базальт; вместо мелилита, как существенную составную часть, он содержит эвдиалит. Из других минералов здесь обваруживаются: перовскит, пироксен, оливин, нефелин, содалит, апатит, магнетит. Эвдиалит оптически положителен, в шлифе бесцветный; спайность (по 0001) не очень ясная; двупреломление низкое, показатель преломления сильнее, чем канадского бальзама, больше слюды и слабо отличается от апатита. Время его кристаллизации после оливина, но перед слюдой.

11) В Араше в штате Техас⁴ в нефелиновых сиенитах нормального минералогического состава встречаются фоновитовые его фации, содержащие часто минерал эвдиалито-эвколитовой группы, редко в кристаллах. Спайность минерала (по 0001); цвет в тонких шлифах светло-желто-серый, со слабым плеохроизмом в коричневый цвет. Двойное лучепреломление очень слабое, многие зерна изотропны. Наблюдения показывают, что в шлифах периферические части имеют более сильное двупреломление.⁵

Приведенная сводка месторождений показывает, что эвдиалит является довольно обычным минералом нефелиновых сиенитов

¹ A. Lasgroix. Nouv. Arch. du Museum, 1903, t. V, p. 185; *ibid.*, 1902, t. IV, pp. 1 — 215.

² H. Brouwer. Sur certaines lujawrites du Pilandsberg. CR, 1909, p. 1006. См. G. Molengraaf. Trans. Geol. Soc. S. Africa, 1905, t. VIII, p. 198.

³ F. Parnel. Beiträge zur petrographischen Kenntnis einigen foyaitischer-thermalischer Gesteine aus Tasmania. T. M. P. M. 1906, Bd. 25, p. 307.

⁴ A. Osann. Beiträge zur Geologie u. Petrographie der Apache T. M. P. M., 1896, Bd. 15, p. 418.

⁵ T. Becke. Über Zonenstruktur der Krystalle in Erstarrungssteine. T. P. M. M., 1898, Bd. 17, p. 102.

и очень редко встречается в других породах. В таблицах XII и XIII выше приводится сводка анализов, оптических и физических констант эвдиалитов и эвколитов иностранных месторождений.

Сравнение химического состава, оптических и физических свойств и парагенезиса эвдиалитового ряда из Хибинских и Ловозерских Тундр с иностранными месторождениями приводит к следующему выводу:

1) Месторождения мезодиалитов (реже эвдиалитов) из Хибинских Тундр парагенетически ближе всего стоят к эвдиалиту Гренландии, месторождения Kangerdluarsuck. Парагенетическая близость подтверждается и близостью в химических и физических свойствах.

2) Эвколиты из Хибинских Тундр по своим оптическим и физическим свойствам приближаются к эвколитам Норвегии; месторождения Langesundfjord, по химическому составу являются также довольно близкими, хотя эвколиты Хибинских Тундр, как показывают сравнительные анализы обоих месторождений, содержат меньше редких земель. Парагенетические же соотношения эвколитов указанных двух месторождений сохраняют свои особенности в каждом из районов. Для Хибинских Тундр мы имеем парагенезис эвколита: микроклин, альбит, нефелин, содалит, эгирин, роговая обманка, ильменит, сфен, астрофиллит, в небольшом количестве ринколит, апатит, натролит. Для эвколита Норвегии: полевои шпат, нефелин, содалит, эгирин, лепидомелан, катаплект, баркевикит (роговая обманка), астрофиллит, велерит, мозандрит, розенбушит, лейкофан, цеолиты, флюорит. Характерное и частое соупутствие эвколитов Хибинских Тундр ильменитом и сфеном в Норвегии не наблюдается.

3) Месторождения эвдиалитов (и мезодиалитов) из Ловозерских тундр в парагенетическом отношении не имеют себе аналогов с известными иностранными месторождениями и в этом отношении стоят особо.

В заключение приношу глубокую благодарность В. И. Вернадскому, В. В. Никитину и А. Е. Ферсману за их советы и указания в настоящей работе.

Список сообщений,

**доложенных в 1927 году на собраниях Научного Кружка
при Минералогическом Музее.**

L собрание, 24 января.

- А. А. Твалчрелидзе.** Пегматитовые жилы Дзирульского массива.
А. А. Флоренский. Мышьяковистый источник Дарн-Деле.
А. В. Шубников. Измерение температуры препаратов с помощью резины.
Б. П. Кротов. О минералах лагунных отложений.
Д. С. Белянкин. К петрографии реки Тюнг в Восточной Сибири.
В. И. Крыжановский. Демонстрирование нескольких образцов из пегматитовых жил Забайкалья.

LI собрание, 3 февраля.

- Д. И. Щербаков.** Впечатления поездки в Каракумы.
Г. П. Черник. О месторождениях минералов на Слюдянке.
В. И. Крыжановский. Демонстрирование новых поступлений.

LII собрание, 17 февраля.

- П. М. Никифоров.** Применение гравиметрии для целей горной разведки.
А. С. Гинзберг. Сталактиты Английского дворца в Петергофе.
О. А. Воробьева. Полевой шпат из коллекции Ванотги (Везувий).

LIII собрание, 3 марта.

- К. Л. Островецкий.** Работы в северо-восточной Монголии летом 1926 г.
Б. М. Куплетский. Демонстрирование железистого полевого шпата из базальтов восточной Монголии.
Д. С. Белянкин. Об удельном весе калиевого полевого шпата.
— Демонстрирование шлифа микропертита с Оленчика.
А. С. Гинзберг. Демонстрирование шлифа плавленого диабазы.
Н. А. Елисеев. О корках выветривания на коренных горных породах Сегозера.
О. М. Шубникова. О выставке кристаллов в Минералогическом Музее.
В. И. Крыжановский. Демонстрирование новых метеоритов, привезенных из Киева Л. А. Куликом.
— Некоторые наблюдения на Урале летом 1926 г.

LIV собрание, 24 марта.

- Р. Л. Самойлович.** Шницберген и его каменноугольная промышленность.
А. И. Педашенко. Некоторые данные по золотонности Тана-Туву.

В. И. Крыжановский. Демонстрирование новой партии скаполитов со Слюдянки, присланных Якутским.

LV собрание, 7 апреля.

А. Е. Ферсман и В. И. Крыжановский. Памяти Ильи Николаевича Крыжановского.

П. И. Лебедев. К минералогии Карачаевского свинцово-цинкового месторождения (Сев. Кавказ).

Л. Л. Солодовникова. Беегерит из Минусинского края.

С. А. Лихарева. О кальцитах сланцевых разработок Веймарн-Брумбель.

Д. С. Белянкин. Демонстрирование пород с Чешской губы.

Д. И. Щербаков. Демонстрирование буры с Булганакской сопки Таврической губернии.

LVI собрание, 19 мая.

А. Н. Лабунцов. К минералогии пегматитовых жил Северной Карелии.

В. С. Сырокомский. О научной работе на Урале.

А. Е. Ферсман. Впечатления поездки в Фергану.

А. С. Моисеев. Мраморовидные известняки Крыма.

В. И. Крыжановский. Демонстрирование новых поступлений Музея.

LVII собрание, 5 октября.

А. Е. Ферсман. Впечатление от поездки в Германию.

А. В. Шубников. О своей работе в Институте проф. Ринне.

Б. М. Куплетский. Демонстрирование обсидианов г. В. Ах-Даг в Ахманганском хребте Армении.

А. В. Шубников. О ритмических явлениях при кристаллизации.

А. Н. Лабунцов. О полевых работах в Хибинских Тундрах.

LVIII годовое отчетное собрание с выставкой и докладами об экспедициях, 13 ноября.

К. Л. Островецкий и А. И. Педашенко. Работы 1927 г. в Танну-Туvinской Республике.

В. И. Крыжановский. Поездка в Казакстан.

П. Л. Низковский. Демонстрирование исландского шпата из Якутии.

А. Е. Ферсман. Последние данные о Тюя-Муюне.

А. Н. Лабунцов. Дополнительные работы в Северной Карелии.

Список научных работ,

связанных с деятельностью Минералогического Музея
и его Научного Кружка за 1927 год.¹

- Д. С. Белянкин и Н. Г. Сергиев. О железистом полевом шпате с острова Мадагаскара. ИАН, 1926, стр. 1199.
- V. Vernadskij (W. Vernadsky). Études biogéochimiques. II. La vitesse maximum de la transmission de la vie dans la biosphere. ИАН, 1927, стр. 241.
- В. И. Вернадский. Очерки геохимии. Лгр., 1927. Госиздат.
- История минералов в земной коре. Т. I, вып. 2. Хим.-Техн. Изд. НТУ. Лгр., 1927.
 - О рассеянии химических элементов. Речь, читанная на годовом собрании Академии Наук СССР 2 II 1927. Отчет АН за 1926 г., ч. I, 1927.
 - Мысли о современном значении истории знаний. Тр. КИЗ, 1927.
 - Памяти академика К. М. фон Бэра. Ibidem. Сборн. памяти Бэра, стр. 1.
 - Работы по истории знаний. Сборн. Академия Наук СССР за 10 лет. Стр. 155. Изд. Академии Наук СССР, 1927.
 - Новые задачи в химии жизни. Тр. Бальнеолог. Инст. Кавк. Минер. Вод., 1927, т. V.
 - Бактериофаг и скорость передачи жизни. Журн. Природа, 1927, № 6, стр. 433.
- Н. И. Влодавев. Нефелин. Нерудные ископаемые, т. II. Каолин и глины — сера, стр. 361. Изд. КЕПС, 1927.
- Сода. Ibidem, т. III. Слюда — цирконий, стр. 67. Изд. КЕПС, 1927.
 - Цеолиты. Ibidem, т. III. Слюда — цирконий, стр. 625. Изд. КЕПС, 1927.
 - Редкие земли (церий, торий и цирконий). Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г. Лгр., Изд. Геол. Ком., 1927.

¹ В настоящий список включены отпечатанные за 1927 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 во II томе Трудов ММ.

- Н. И. Влодавец, С. П. Александров и А. Ф. Соседко.** Фтор. Нерудные ископаемые, т. III. Слюда—цирконий, стр. 501. Изд. КЕПС, 1927.
- Н. И. Влодавец и О. М. Аншелес.** Стронциевый минерал из Тихвинских бокситов. Зап. Росс. Мин. О-ва, 1927, ч. 56, вып. I, стр. 53.
- Н. И. Влодавец и Г. Г. Уразов.** Физико-химическое исследование боровичских огнеупорных глин. Изв. Геол. Ком., 1926 (1927), г. XIV, № 7, стр. 821. Изв. Инст. Физ.-Хим. Анализа, 1927, т. III, вып. 2, стр. 725.
- А. С. Гинзберг.** Сталактиты Английского Дворца в Петергофе. ДАН-А, 1927, стр. 338.
- Е. Ф. Гросс.** О спектрографическом исследовании изумрудов. Ibidem, 1927, стр. 110.
- Н. Н. Гуткова.** Краткий отчет о минералогических работах в Ловозерских Тундрах летом 1926 г. Ibidem, 1927, стр. 147.
- Е. Е. Костылева.** Отчет о работах в Хибинских Тундрах летом 1926 г. Ibidem, 1927, стр. 3.
- Пальгорскит (и сениолит). Нерудные ископаемые, т. II. Каолин и глины—сера, стр. 381. Изд. КЕПС, 1927.
- Тальк. Ibidem, т. III. Слюда—цирконий, стр. 299. Изд. КЕПС, 1927.
- Е. Е. Костылева, Л. М. Алексеев и И. Д. Курбагов.** Цирконий. Ibidem, т. III. Слюда—цирконий, стр. 627. Изд. КЕПС, 1927.
- В. И. Крыжановский.** Наблюдения в Ильменском Минералогическом Заповеднике летом 1926 года. ДАН-А, 1927, стр. 333.
- Государственный Ильменский Минералогический заповедник. Вестник Знания, Лгр., 1927, № 17.
- Л. А. Кулик.** К вопросу о месте падения Тунгусского метеорита 1908 г. ДАН-А, 1927, стр. 399.
- К истории боида 30 IV 1908 г. ДАН-А, 1927, стр. 393, Материалы по овифакскому железу. Зап. Киевск. Т-ва Природ., 1927, т. XXVII, вып. 2. Тунгусский метеорит или фантазия. Вестник Знания, Лгр., 1927, № 22.
- Б. М. Куплетский.** Арвфедсонитовый порфир из ущелья Гакмана в Хибинских Тундрах. ИАН, 1927, стр. 579.
- И. Д. Курбагов и В. А. Каргин.** О химическом составе одной разновидности узбекита. ДАН-А, 1927, стр. 75.
- А. Н. Лабунцов.** К минералогии Северной Карелии. ИАН, 1927, стр. 609.
- Цеолиты Хибинских и Ловозерских Тундр. Тр. ММ, 1927, т. II, стр. 91.
- Отчет о командировке в Хибинские Тундры летом 1926 г. ДАН-А, 1927, стр. 5.
- Апатит. Нерудные ископаемые, т. III. Слюда—цирконий, стр. 491. Изд. КЕПС, 1927.
- Полезные ископаемые Хибинских Тундр. Журн. Карело-Мурманский Край, 1927, № 5-7.
- Хибинский апатит. Ibidem, № 11.

- Г. Г. Леммлейн и А. В. Шубников. См. А. В. Шубников.
- Л. Л. Солодовникова. Баяты Тюя-Муюнского радиевого рудника. Тр. ММ, 1927, т. II, стр. 37.
- Беегерит из рудника Юлия, Минусинского уезда, Енисейской губернии. ДАН-А, 1927, стр. 279.
- А. Е. Ферсман. Колчедан серный. Нерудные ископаемые, т. II. Каолин и глины — сера, стр. 143. Изд. КЕПС, 1927.
- Мрамор. Ibidem, стр. 293.
- К минералогии негматитовых жид Среднего Урала. Тр. ММ. 1927, т. II, стр. 101.
- К морфологии и геохимии Тюя-Муюна. Тр. по Изуч. Радия, 1927, т. III, стр. 1. (отд. отд.).
- Последние технические успехи в Германии. Журн. Природа, 1927, № 1, стр. 47.
- Состояние и перспективы развития производительных сил СССР. Журн. Новый Мир, Москва, 1927, сентябрь.
- Минеральное сырье в химической промышленности. Журн. Химич. Промышленности, Москва, 1927, т. IV, стр. 277. Изд. Сов. Съездов Хим. Пром.
- Неделя советских ученых в Берлине и ее международное значение. Журн. Научн. Работник, Москва, 1927, сентябрь, стр. 76.
- Минералогия. Сборн. Академии Наук СССР за 10 лет, ч. I, стр. 39. Изд. Академии Наук СССР, 1927.
- Экспедиционная деятельность. Ibidem, ч. II, стр. 164.
- Музейное выставочное и лекционное дело Ibidem, ч. I, стр. 178.
- А. Е. Fersmann. Zur russischen Naturforscherwoche in Deutschland. Deutsch-Russische Medizin. Zeitschr., 1927, p. 333.
- L'Académie des Sciences de l'URSS. La Vie Economique des Soviets, 1927, № 44.
- Г. П. Черник. Анализ слюдянского ортита. Горный Журнал, Москва, 1927, № 9, стр. 550.
- Минералы слюдянского района. Ibidem; № 10, стр. 607.
- Несколько слов о химическом составе трех минералов из цейлонских месторождений драгоценных камней. Ibidem, № 11, стр. 684.
- Анализ нескольких образцов сырой платины из бассейна р. Лены. Ibidem, № 11, стр. 688.
- Результаты анализа некоторых минералов Хибинского лакколита Кольского полуострова. Ibidem, № 12, стр. 740.
- Новый элемент гафний. Журн. Природа, 1927, № 10, стр. 813.
- П. Н. Чирвинский. Николай Арсеньевич Орлов. Тр. ММ, 1927, т. II, стр. 1.