

Travaux du Musée Géologique Pierre le Grand près l'Académie  
Impériale des Sciences de St.-Petersbourg. Tome II. 1908.

---

# Т Р У Д Ы ГЕОЛОГИЧЕСКАГО МУЗЕЯ

И М Е Н И  
ПЕТРА ВЕЛИКАГО  
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

---

ТОМЪ II.

---

1908.

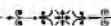
---

Выпускъ Б.

В. И. Вернадскій. О воробьевитѣ и химическомъ составѣ берилловъ.

---

*(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 28 мая 1908 года).*



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1908.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лин., № 12.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.  
С.-Петербургъ, Декабрь 1908 г.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *С. Ольденбургъ*.

Труды Геологическаго Музея имени Петра Великаго Императорской  
Академіи Наукъ. Томъ II. 1908 года.

Travaux du Musée Géologique Pierre le Grand près l'Académie  
Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Tome II. 1908.

---

### О воробьевитѣ и химическомъ составѣ берилловъ.

В. И. Вернадскаго.

Въ засѣданіи Минералогическаго Общества въ Петербургѣ, въ ноябрѣ 1904 г. покойный, рано погибшій ученый, В. И. Воробьевъ демонстрировалъ оригинальные бериллы изъ Липовки на Уралѣ<sup>1)</sup>.

Кристаллы эти, сплюснутые по базопинаканониду, рѣзко отличались отъ обычныхъ берилловъ уже по своей блѣдной *розоватой* окраскѣ. Они были въ общихъ чертахъ измѣрены В. И. Воробьевымъ и оказались отвѣчающими сѣткѣ берилла. Въ то же время химическое изслѣдованіе, сдѣланное К. А. Волосовичемъ, подтвердило нахожденіе въ нихъ значительнаго количества бериллія.

Желая издать неопубликованныя измѣренія В. И. Воробьева и просматривая съ этою цѣлью бывшій въ его распоряженіи матеріалъ, я обратилъ вниманіе на характерный и очень своеобразный обликъ и цвѣтъ этихъ берилловъ, вслѣдствіе чего сдѣлалъ надъ ними рядъ химическихъ пробъ. При этомъ оказалось, что бериллы эти содержатъ замѣтное количество *цезія* и *воды*. Въ виду такихъ особенностей въ ихъ составѣ и перваго нахо-

---

1) См. Записки Спб. Минер. Общ. XIII. Спб. 1905. Прот. стр. 65. Бериллы изъ Липовки были уже указаны въ описаніи этого мѣсторожденія, сдѣланномъ Драверттомъ. См. Дравертъ. Протоколы Казанск. Общ. Естеств. XXXIV. Каз. 1904. Прил. № 215, стр. 5.

ждения цезія въ русскомъ минералѣ, я просилъ К. А. Ненадкевича сдѣлать ихъ полный химическій анализъ. При анализѣ К. А. Ненадкевичъ нашелъ въ бериллахъ значительное количество *литія*.

Изученіе химическаго состава этихъ берилловъ позволило придать имъ новую химическую формулу, которая обнимаетъ, повидимому, всѣ аналитическія данныя, имѣющіяся у насъ для группы берилла. Химическій составъ берилловъ, даже послѣ замѣчательныхъ работъ Пенфильда, сдѣланныхъ двадцать лѣтъ тому назадъ, не можетъ считаться установленнымъ и формула Пенфильда далеко не отвѣчаетъ имѣющимся даннымъ.

При изслѣдованіи цезій-содержащаго берилла оказалось, что всѣ бериллы представляютъ одинъ опредѣленный изоморфный рядъ, однимъ членомъ котораго является цезіевый бериллъ; поэтому, является удобнымъ обозначать членовъ этого ряда особыми названіями. Въ память В. И. Воробьева, я назвалъ цезіевый бериллъ — *воробьевитомъ*.

### 1. Кристаллическая форма воробьевита по измѣреніямъ В. И. Воробьева.

Въ Геологическій музей И. Академіи Наукъ было доставлено Денисовымъ - Уральскимъ пять кристалловъ бѣлаго берилла изъ Липовки на Уралѣ, причемъ кристаллы эти до такой степени отличались по цвѣту и облику отъ обыкновенныхъ берилловъ, что не могли быть опредѣлены безъ измѣреній и химическихъ пробъ.

Наружный видъ кристалловъ былъ описанъ В. И. Воробьевымъ въ его сообщеніи слѣдующимъ образомъ: «При первомъ взглядѣ на кристаллы очень трудно сказать, что это за минералъ. Свообразный блескъ, окраска, отсутствіе рѣзко выраженной спайности и общій видъ дѣлаютъ эти кристаллы болѣе похожими на фенакитъ, чѣмъ на бериллъ. Особенно обманчиво въ кристаллахъ то, что они очень коротко - призматичны, что такъ рѣдко

встрѣчается у берилла, и что внутреннее ядро кристалла окрашено въ слабый желтоватый цвѣтъ, что, какъ извѣстно, наблюдается очень часто у фенакитовъ. Вообще, первый осмотръ кристалловъ говоритъ скорѣе за то, что передъ нами фенакитъ. Но при первомъ же болѣе внимательномъ осмотрѣ ошибка эта дѣлается очевидной. Во первыхъ, спайность, хотя и слабо замѣтная, но все же видна, во вторыхъ на базисѣ одного кристалла ясно видны прекрасно выраженныя явленія позднѣйшаго параллельнаго нарастанія, въ видѣ небольшихъ шестиугольныхъ пирамидокъ, вершины которыхъ притуплены базисомъ».

Эти заключенія были подтверждены измѣреніями. По измѣреніямъ В. И. Воробьева въ бериллѣ изъ Липовки наблюдаются слѣдующія формы:

$$\begin{array}{l} c \{0001\} \\ p \{10\bar{1}1\} \\ s \{11\bar{2}1\} \\ o \{11\bar{2}2\} \\ m \{1\bar{1}00\} \\ a \{11\bar{2}0\} \end{array}$$

Какъ уже ясно изъ постановки В. И. Воробьева господствующими формами являются с и s, причеъ плоскости s блестящи, иногда покрыты скульптурами, тогда какъ плоскости р и m *матовы*, слабо и неправильно развиты.

Измѣренія не дали замѣтныхъ отклоненій отъ сѣтки берилла. Такъ по наблюденіямъ В. И. Воробьева, мы имѣемъ :

Вычислено: 1) Измѣренія В. И. Воробьева.      мои измѣренія.

(10 $\bar{1}1$ )	(01 $\bar{1}1$ )	28°54',5	28°57'		
(0001)	(11 $\bar{2}1$ )	44 56	44 37,5	44°56'	44°53'
(0001)	(10 $\bar{1}1$ )	29 56,5	29 59		
(10 $\bar{1}1$ )	(11 $\bar{2}2$ )	14 27,75	14 29,	14 28	14°39', 14°10'
(11 $\bar{2}1$ )	(10 $\bar{1}1$ )	23 15,5	23 10,5,	23 17	23 25, 23 5

1) За основаніе принята сѣтка Кокшарова, гдѣ а:с = 0:49836.

Отсюда можно заключить, что измѣненіе химическаго состава берилла замѣтно не вліяетъ на кристаллическую ячейку.

Кристаллы воробьевита тѣсно срослись съ рубидіевымъ лепидолитомъ<sup>1)</sup> и зеленымъ турмалиномъ. Кристаллы послѣдняго нерѣдко включены въ воробьевитъ.

Вещество односно, слегка оптически аномально.

## 2. Химическій составъ воробьевита.

Химическій анализъ былъ сдѣланъ К. А. Ненадкевичемъ въ лабораторіи Геологическаго Музея Академіи Наукъ.

Изъ его данныхъ<sup>2)</sup> оказывается, что удѣльный вѣсъ совпадаетъ съ удѣльнымъ вѣсомъ берилловъ.

Навѣска.	t	Уд. в.
6.7988 gr.	$\frac{13}{4}^{\circ}\text{C}$	2.766
3.4596	$\frac{13}{4}\text{ C}$	2.764

При анализѣ лигій опредѣленъ по способу Карно, бериллій по способу Пенфильда и Гарпера, измѣненному Циммерманомъ, цезій изъ хлороплатината.

Результаты анализа:

	Навѣска.	Навѣска.	Навѣска.	Среднее.
	1 gr.	1.0254 gr.	1.0131 gr.	
SiO <sub>2</sub>	—	62.84	—	62.84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	} 29.96	—	} 29.65
BeO	—		11.45	
H <sub>2</sub> O	—	1.92	—	1.92
Cs <sub>2</sub> O	—	—	3.10	3.10
Li <sub>2</sub> O	1.39	—	—	1.39

1) Замѣтныя количества Rb были открыты мной спектроскопически въ лепидолитахъ изъ Липовки на экземплярахъ Московскаго Университета. Эти лепидолиты заключаютъ и цезій.

2) К. А. Ненадкевичъ напечатаетъ этотъ анализъ болѣе подробно въ «Трудахъ Геологическаго Музея», въ продолженіи своихъ «Матеріаловъ къ химическому познанію русскихъ минераловъ».

	Навѣска.	Навѣска.	Навѣска.	Среднее.
CaO	—	0.24	—	0.24
MgO	—	0.04	—	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	сл.	сл.	сл.
Na <sub>2</sub> O	сл.	—	—	сл.
				99.32

Вещество не заключало ни К, ни Та. Rb не былъ видѣнъ спектроскопически<sup>1)</sup>.

Въ химическомъ составѣ этого минерала обращаютъ на себя вниманіе два обстоятельства, во 1-хъ) нахожденіе значительнаго количества *цезія*, дѣлающаго изъ воробьевита одно изъ наиболѣе богатыхъ цезіемъ веществъ и 2) нахожденіе въ немъ Н, Li и Cs, заставляющее измѣнить наши представленія о химической формулѣ берилловъ. Остановимся сперва на нахожденіи цезія.

### 3. Распространеніе цезія и рубидія въ земной корѣ.

Въ ничтожныхъ слѣдахъ цезій широко распространенъ въ природѣ. Онъ находится во многихъ горячихъ и холодныхъ минеральныхъ источникахъ, гдѣ и былъ впервые открытъ Бунзенъ и Кирхгоффомъ. Въ этихъ источникахъ, онъ иногда встрѣчается вмѣстѣ съ Rb; рѣже Rb и Cs наблюдаются въ нихъ отдѣльно<sup>2)</sup>. Небольшое количество Cs и Rb наблюдается въ морскихъ водоросляхъ, причемъ количество Rb значительно пре-

1) Одинъ разъ я наблюдалъ въ разложенномъ HCl цезіевомъ хлороплатинатѣ фиолетовую линію Rb.

2) Было бы интересно выяснитъ въ какихъ источникахъ Cs встрѣчается безъ рубидія. Не наблюдается ли онъ въ ювенильныхъ водахъ? Такъ безъ Rb онъ указанъ въ Frankenhausen, Monte Catini, въ мѣдномъ рудникѣ Wheal Clifford въ Корнваллисѣ. См. перечисленіе у F. Eyrhaime. Gmelin-Krauts Handbuch d. anorg. Chemie. II. Heid. 1906, p. 215. Объ этихъ источникахъ см. W. Miller. Chem. News. X. L. 1864. p. 181. Два послѣднихъ источника явно связаны съ жильными процессами. Есть источники, гдѣ его больше, чѣмъ Rb, напр. въ Bourbonne les Bains (L. Grandea u. l. c. 1863, p. 182). Въ очень многихъ, количество CsCl почти одинаково съ RbCl (если мы будемъ перечислять Cs и Rb на эти соединенія), напр. въ Старорусскихъ минеральныхъ источникахъ (Н. Орловъ. Журналь Русск. Физ. Хим. Об. XXXV. Спб. 1903, стр. 91). Трудно выяснитъ въ настоящее время, кого — Rb или Cs — больше въ источникахъ.

обладаетъ въ этихъ случаяхъ надъ Cs. Въ наземныхъ растеніяхъ рубидія также значительно больше и, какъ извѣстно, напр. свекловичная патока богата Rb и не содержитъ или содержитъ слѣды цезія<sup>1)</sup>.

Онъ не указанъ въ соляныхъ озерахъ, гдѣ констатированъ проф. К. Шмидтомъ только рубидій.

Все это мѣсторожденія *вторичнаго характера*. Какъ мы видимъ, цезій собирается здѣсь въ водныхъ растворахъ, причѣмъ невольно обращаетъ вниманіе рѣзко иной характеръ исторіи столь близкихъ металловъ, какъ цезій и рубидій. Подобно *калію* рубидій входитъ въ составъ организмовъ—въ общемъ не извлекающихъ цезій. Въ тоже самое время въ отличіе отъ калія и въ морскую воду попадаетъ главнымъ образомъ опять таки рубидій, но туда собирается совсѣмъ въ небольшомъ количествѣ цезій.

Нельзя сказать, чтобы такой характеръ распространенія этихъ двухъ элементовъ былъ ясенъ. Для рубидія свекловицы пытались объяснить его происхожденіе находженіемъ рубидія въ Чилийской селитрѣ<sup>2)</sup>, которая употребляется для удобренія, хотя находженіе рубидія въ водоросляхъ, табакѣ и другихъ растеніяхъ<sup>3)</sup> противорѣчитъ этому утверженію.

Опытныя работы указываютъ, что для высшихъ растений рубидій не можетъ явиться замѣстителемъ калія, но не является такимъ ядомъ, какими должны считаться соли цезія<sup>4)</sup>. Для низ-

---

1) Обзоръ данныхъ о распространенности Rb и Cs см. F. Ephraim, l. c. 1905—1906, p. 188, 214. О находженіи Cs въ золѣ свекловицы см. E. O. v. Lippmann, Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. XXI, B. 1888, p. 3492—3493.

2) Cp. Dieulafait. Comptes Rend. de l'Ac. d. Sc. de Paris. XCVIII. P. 1884. p. 1545. О распространеніи рубидія въ свекловицѣ см. L. Grandeau. Annales de Chimie et de phys. LXVII. P. 1863, p. 210 сл. M. Lefebvre. Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc. de Paris. LV. P. 1862. 430. и др. Съ гектара свекловицы иногда извлекаетъ до 226 гр. Rb Cl, по Лесевру. По изслѣдованію Дьелафэ свекловица изъ Нормандіи и по Пацъ Сельдену изъ Перу не содержитъ Rb.

3) См. L. Grandeau, l. c. 1863, p. 210 сл.

4) B. Lucanus. Landwirths. Versuchsstationen. VII. Chemn. 1865, p. 363. Birner u. Lucanus. ib. VIII. Ch. 1866, p. 146. Къ сожалѣнію эти опыты не закончены. Cp. O. Loew. ib. XXI. 1878. p. 389.



шихъ же растений онъ, повидимому, даже можетъ замѣщать калий, причемъ цезій обладаетъ этой способностью въ меньшей степени<sup>1)</sup>. Къ сожалѣнiю этотъ вопросъ мало выясненъ, но, несомнѣнно, характеръ нахожденiя рубидiя и цезiя въ организмахъ заслуживаетъ серьезнаго вниманiя и особенно интересно изучить съ этой точки зрѣнiя количество рубидiя въ свекловичныхъ паточкахъ плантацiй, не употребляющихъ для удобренiя Чилийской селитры, напр., въ средней Россiи. Какова роль рубидiя въ растительныхъ организмахъ — отчего онъ захватывается нѣкоторыми организмами изъ ничтожныхъ количествъ его, разсѣянныхъ въ природѣ, аналогично iоду?

Не менѣе загадочнымъ является малое количество или даже отсутствiе цезiя въ морской водѣ. Соли цезiя наиболѣе растворимы изъ солей всѣхъ щелочныхъ металловъ: подобно натрiю и въ отличiе отъ рубидiя, соли цезiя мало поглощаются организмами — или даже совсѣмъ ими не поглощаются. Надо было бы думать поэтому, что цезiй, а не рубидiй, долженъ былъ бы находиться въ замѣтномъ количествѣ въ морской водѣ. А между тѣмъ мы наблюдаемъ обратное явленiе<sup>2)</sup>. Единственнымъ объясненiемъ<sup>3)</sup> можетъ служить различное количественное содержанiе этихъ элементовъ въ земной корѣ, причемъ рубидiя въ ней должно быть значительно больше, чѣмъ цезiя<sup>4)</sup>.

---

1) По опытамъ Виноградскаго и др. см. F. Szarek. *Biochemie d. Pflanzen*. H. Jena 1905. p. 723, 727.

2) Грандо (L. Grandea. l. c. 1863, p. 186 сл.) совсѣмъ не нашелъ ни Rb, ни Cs. Зонштадтъ (*Chemical News*. XXII. L. 1872, p. 25) сперва нашелъ эти металлы, но позже отказался отъ своихъ выводовъ (ib. p. 44). Рубидiй былъ количественно опредѣленъ и найденъ въ морской водѣ впервые русскимъ химикомъ проф. К. Шмидтомъ. Такъ рубидiй найденъ въ водѣ Ледовитаго океана, ок. Новой Земли (K. Schmidt. *Bulletin de l'Acad. d. Sciences de St. Petersburg*. XVI. Spb. 1870, p. 182 сл. XX. 1875. 155—0.0172<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Rb Cl), въ Аральскомъ морѣ (ib. XX. Lpb. 1875, p. 132), въ Каспiйскомъ морѣ (ib. XXIV. 1878. p. 179) и т. д. Въ Карабугазѣ его много (l. c. 202—0.251<sup>0</sup>/<sub>00</sub> RbCl въ разсолѣ). Онъ распространенъ въ Кукунорѣ и другихъ соляныхъ озерахъ (l. c. XXIV, стр. 214) и т. д. Цезiя Шмидтъ не указываетъ.

3) J. Vogt. *Zeitschrift f. prakt. Geologie*. B. 1898. pp. 231, 325.

4) Согласно современнымъ званiямъ приходится Cs и Rb по распростра-

Этот выводъ вытекаетъ изъ изученія вторичнаго разсѣянiя данныхъ элементовъ въ поверхностной пленкѣ земной коры. Но къ тому же самому обобщенiю приводитъ изученiе тѣхъ *первичныхъ* тѣлъ, разложенiе которыхъ вызываетъ вторичныя концентрацiи соединений Cs и Rb.

Оба эти элемента несомнѣнно встрѣчаются въ *массивныхъ* породахъ. Такъ они констатированы въ габбро (т. нз. мелафирѣ) въ Норгеймѣ ок. Крейцнаха, въ габбро и порфиридахъ Пфальца<sup>1)</sup>. Въ базальтѣ около Аннерода въ Гиссенѣ найденъ только рубидiй<sup>2)</sup>. Эти немногiя отдѣльныя наблюденiя, несомнѣнно, указываютъ на широкое распространенiе данныхъ элементовъ въ нѣкоторыхъ массивныхъ породахъ, ибо ихъ находили здѣсь всегда, когда искали.

На тоже самое указываетъ ихъ находженiе въ нѣкоторыхъ *минералахъ* массивныхъ породъ. Такъ цезiй и рубидiй наблюдаются въ различныхъ лейцитахъ<sup>3)</sup>; повидимому преобладаетъ рубидiй. Рубидiй (не цезiй) найденъ въ ортоклазахъ изъ Карлсбада<sup>4)</sup> и другихъ мѣстъ<sup>5)</sup>. Сюда же, очевидно, долженъ быть отнесенъ циннвальдитъ (изъ Циннвальда), тѣсно связанный съ гранитными магмами. Въ немъ находится 0.83% окиси рубидiя, заключающей небольшое количество цезiя<sup>6)</sup>. Слѣды Rb находятся въ близкомъ къ циннвальдиту криофиллитѣ изъ гранитовъ Сар Апп въ Массачусетсѣ<sup>7)</sup>. Хотя этихъ фактовъ и мало, но едва ли можно

---

ненности помѣщать въ разныя декады. См. В. Вернадскiй. Опытъ описательной минер. I. Спб. 1908. стр. 125.

1) H. Laspeyres. Annalen d. Chemie u. Pharm. CXXXIV. L. 1865. 349. CXXXVIII. L. 1866. p. 126. Количество Cs больше Rb (0.000380 Cs<sub>2</sub>O и 0.000298 Rb<sub>2</sub>O).

2) T. Engelbach. Annalen d. Chemie u. Pharm. CXXXV. L. 1865. p. 124.

3) L. Smith. Am. Journal of Sc. (2). XLIX. N. H. 1870, p. 336.

4) O. Erdmann. Journal f. prakt. Chemie. LXXXVI. L. 1862, p. 448.

5) P. Barbier. Bulletin d. la Soc. fr. de Min. XXXI. P. 1908. p. 160 сл. Въ микроклинахъ нѣтъ Rb.

6) O. Schrötter. Sitzungsberichte d. Wien. Akad. W. XLIV. 1862. p. 220. L<sup>2</sup>. W. 1864. p. 282.

7) См. Cook. Am. Journal of Sc. (2) XLIII. N. H. 1867, p. 220. Того же типа и находженiе Rb и Cs въ маргародитѣ. См. L. Smith. l. c. 1870. p. 336.

отрицать выдѣленіе въ *магмахъ*, *главнымъ образомъ*, *рубидія* и *на второмъ мѣстѣ цезія*. Этотъ выводъ можетъ быть сдѣланъ съ достаточной вѣроятностію, ибо мы не имѣемъ указаній на отрицательные результаты при изслѣдованіи массивныхъ породъ и ихъ минераловъ на цезій и рубидій.

Другимъ первоисточникомъ цезіевыхъ и рубидіевыхъ минераловъ являются нѣкоторые *пегматитовыя жилы* гранитныхъ породъ или кислыя гранитныя дейки, тѣсно съ ними связанныя. *Чрезвычайно характерной чертой этихъ мѣсторожденій является то, что въ нихъ на первое мѣсто становится цезій, который иногда на первый взглядъ преобладаетъ надъ рубидіемъ*. Въ исторіи этихъ элементовъ въ природѣ т. о. происходитъ дифференціация, тѣсно связанная д. б. съ большей подвижностью соединений цезія. Въ этихъ пегматитовыхъ выдѣленіяхъ мы наблюдаемъ *два цезіевыхъ минерала* — *поллуситъ* и *воробьевитъ* — и сверхъ того значительное количество цезія сосредоточивается въ *лепидолитъ* и *пегматитъ*, м. б. *трифиллинъ*<sup>1)</sup>, характерныхъ минералахъ пегматитовыхъ жилъ<sup>2)</sup>. Въ тоже самое время для этихъ жилъ не указаны рубидіевые минералы.

На первый взглядъ такое выдѣленіе цезіевыхъ минераловъ и отсутствіе указаній на нахожденіе рубидіевыхъ минераловъ вызываетъ сомнѣніе въ правильности нашего вывода о большей распространенности рубидія, чѣмъ цезія въ природѣ. Легко убѣдиться, однако, что это зависитъ отъ недостаточной точности минералогическихъ опредѣленій. Пегматитовыя жилы этого типа всегда одновременно съ цезіевыми тѣлами содержатъ минералы, богатые рубидіемъ, но ихъ обычно не выдѣляютъ въ особую группу. Однако среди нихъ одинъ рубидіевый минералъ несомнѣнно долженъ быть выдѣленъ. Я назову его *рубидіевымъ лепидолитомъ*.

---

1) R. Bunsen. Chem. News. IV. L. 1861. p. 163 (эта замѣтка не попала въ собраніе его сочиненій). Grandea. I. c. 1863, p. 173. E. Blake. Amer. Journal of Sc. (2). XXXIII. N. H. 1863. p. 274.

2) Слѣды цезія находятся въ цеолитахъ этихъ жилъ — *д'аклардитъ* и др. См. G. d'Acchiardi. Atti d. Soc. Tosc. d. Sc. Natur. Memorie. XXII. Pisa. 1906. p. 157, 163.

Лепидолитъ наиболѣе распространенъ и изученъ изъ всѣхъ содержащихъ рубидій минераловъ. Анализы показываютъ, что для нѣкоторыхъ лепидолитовъ количество рубидія преобладаетъ надъ цезіемъ<sup>1)</sup>. Для изученныхъ лепидолитовъ, мы имѣемъ:

	Rb <sub>2</sub> O	Cs <sub>2</sub> O
1. Рожена въ Моравіи . .	0.24	сл. <sup>2)</sup>
	0.54	сл. <sup>3)</sup>
	0.24 <sup>4)</sup>	
2. Hebron, Мэнъ . . . . .	0.24	0.3 <sup>5)</sup>
	————— 0.77 <sup>6)</sup>	
3. Auburn, ib. . . . .	2.44	0.72 <sup>7)</sup>
	1.29	0.45
4. Norway, ib . . . . .	3.73	0.08 <sup>7)</sup>

Какъ видно изъ этихъ чиселъ, въ такихъ рубидіевыхъ лепидолитахъ явно преобладаетъ окись рубидія надъ окисью цезія, хотя анализы и указываютъ для нея большія колебанія. Рубидіевый лепидолитъ характеренъ для пегматитовыхъ жилъ, содержащихъ цезіевые минералы. Въ тѣхъ случаяхъ, когда рубидіевый лепидолитъ встрѣчается одновременно съ поллуситомъ или воробьевитомъ можно видѣть, что онъ является въ жилѣ болѣе древней генера-

1) Для Эльбы см. F. Pisani. Comptes Rendus de l'Ac. Sc. LVIII. P. 1864. p. 716.

2) G. Kirchhoff u. R. Bunsen. Annalen d. Phys. CXIII. L. 1861. p. 343.

3) O. Schrötter. Sitzungsberichte d. Wien. Acad. L. 2 W. 1864. 268. Саксонскій лепидолитъ богаче Rb<sub>2</sub>O — R. Bunsen. Ges. Abhandlungen. III. L. 1904. p. 298.

4) Cooper. Annalen d. Phys. CXIII. L. 1861. 343.

5) O. D. Allen. Amer. Journal of Sc. (2) XXXIV. 1862. 367. Точно также количество Cs и Rb почти одинаково въ лепидолитѣ изъ окрестностей Праги — L. Grandeau. Annales de ch. et ph. (3) LXVII. P. 1863. p. 172.

6) Анализъ Riggs'a у F. Clarke. Am. Journal of Sc. XXXII. N. H. 1886. 356.

7) Анализы Riggs'a у Clarke, ib. Уже Бунзенъ въ 1860-хъ годахъ указывалъ, что нѣкоторые лепидолиты заключаютъ больше 1% Rb<sub>2</sub>O. См. R. Bunsen. Ges. Abhandlungen. III. L. 1904. p. 304.

цией. Можно думать, что въ выпадающихъ въ началѣ лепидолитахъ пегматитовыхъ жилъ собирается рубидій, тогда какъ цезій переходитъ въ твердыя тѣла только въ послѣдней стадіи застыванія пегматитовой жилы.

Этими твердыми тѣлами послѣдней стадіи данныхъ пегматитовыхъ жилъ являются поллуситъ и воробьевитъ. Надо полагать, что они выдѣляются уже изъ растворовъ, потерявшихъ рубидій. Химическая формула поллусита довольно точно отвѣчаетъ по Раммельсбергу  $R_2 Al_2 Si_4 O_{12} \cdot R_2 SiO_3$ , гдѣ  $R = Cs, Na, K, H$  или по Уэлльсу и Футу<sup>1)</sup>  $H_2 Cs_4 Al_4 Si_9 O_{29}$ . Обѣ эти формулы легко могутъ быть приведены къ типу  $Cs_2 Al_2 Si_4 O_{12} \cdot (Na, K, H)_2 SiO_3$  или  $2 Cs_2 Al_2 Si_4 O_{12} \cdot H_2 SiO_3$ , т. е. къ тому же типу, какъ увидимъ ниже, къ какому относятся и бериллы. Анализы поллусита даютъ 13.0—36.8%  $Cs_2O$ , причемъ минералъ не заключаетъ *следа* рубидія.

Для цезіеваго берилла мы имѣемъ меньшее количество  $Cs_2O$ , въ предѣльномъ случаѣ до 3.6%  $Cs_2O$ . Въ этомъ минералѣ не наблюдается цезіеваго тѣла въ видѣ растворителя изоморфной смѣси; оно находится въ ней растворѣ. Рубидія въ воробьевитѣ совсѣмъ нѣтъ.

Пегматитовыя жилы, содержащія поллуситъ и воробьевитъ, должны быть выдѣлены въ отдѣльный типъ; онѣ богаты  $Al, Si, O, F, H, Li, B, Be, Cs, Na, Rb, Cl^2)$ , м. б.  $P$ . Онѣ отличны отъ тѣхъ типовъ пегматитовыхъ жилъ, какія установлены Бреггеромъ, какъ для нефелинъ-сіенитовыхъ, такъ и для гранитныхъ породъ. Въ ихъ химическомъ и минералогическомъ характерѣ наблюдается отличие и отъ пегматитовыхъ жилъ, богатыхъ берилломъ, выдѣленныхъ Бреггеромъ въ особую группу<sup>3)</sup>.

1) Н. Foote. Zeitschrift f. Krystall. XXVII. L. 1896, p. 92. Неполный анализъ Шабріэ даетъ 12.97—13.18%  $Cs_2O$  вмѣсто требуемой для этой формулы 31.49. (См. С. Chabrié. Annales de chimie et de phys. (7). P. 1902. p. 217). Было бы очень желательно имѣть еще анализы Американскаго поллусита.

2) Въ лепидолитахъ и скаполитахъ.

3) См. W. C. Brögger. Die Mineralien d. Syenitpegmatitgänge d. Südnorw. Syenite. L. 1890. p. 215 сл. Его-же. Die Mineralien d. Südnorw. Granitpegmatitgänge. I. Kr. 1906. p. 11, 24.

Дальнѣйшая судьба первичныхъ цезіевыхъ и рубидіевыхъ минераловъ для насъ несовсѣмъ ясна—но, повидимому, они переходятъ на земной поверхности въ сульфаты, галиты и нитраты. Такъ Cs и Rb находятся въ квасцахъ, образовавшихся во время вулканическихъ процессовъ на о. Вулкано<sup>1)</sup>, они наблюдаются въ каменной соли изъ Вильфранша (одинъ Rb)<sup>2)</sup>, въ карналлитахъ изъ Стассфурта<sup>3)</sup>, рубидій въ селитрѣ изъ Чили<sup>4)</sup>. Сюда же должно быть отнесено, м. б., нахождение рубидія въ продуктахъ борныхъ соффиони Тосканы<sup>5)</sup>, Cs и Rb въ осадкахъ горячихъ ключей<sup>6)</sup>. Наконецъ въ поверхностныхъ бокситахъ, лимонитахъ, вадахъ, сидеритахъ и т. д. собираются соединения рубидія, тогда какъ цезій тамъ не можетъ быть найденъ, несмотря на чувствительность его качественныхъ реакцій. М. б. того же происхожденія нахождение Rb въ магнетитахъ и гематитахъ<sup>7)</sup>.

*Итакъ цезій и рубидій на земной поверхности выпадаютъ въ алюмосиликатахъ изъ магмъ и пегматитовыхъ жилъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ происходитъ иногда раздѣленіе, и цезій отдѣляется отъ рубидія. На земной поверхности, при выветриваніи, происходитъ новое раздѣленіе, благодаря вліянію растительныхъ организмовъ.*

Цезій и рубидій наблюдаются въ своемъ первичномъ нахожденіи исключительно въ алюмосиликатахъ каолиноваго ряда, обычно богатыхъ K и Li. Нельзя не отмѣтить, что они связаны при этомъ часто съ тѣлами типа  $R_2Al_2Si_4O_{12}$  которыя какъ мы видѣли характерны и для чистыхъ цезіевыхъ минераловъ (лейцитъ,

1) См. Созза. *Transunti d. R. Acad. d. Lincei*. II. R. 1878, p. 13. Нѣкоторые образцы содержатъ много цезіевыхъ квасцовъ. Рубидія, повидимому, меньше.

2) L. Grandeau. *Leçons de chimie*. 1863. P. 1864, p. 271.

3) O. Erdmann. *Journal f. prakt. Ch.* LXXVI. L. 1862, p. 377.

4) Dieulafait. l. c. 1884, p. 1545. Раньше въ Чилийской селитрѣ не нашли ни рубидія, ни цезія ни Бунзен, ни Грандо. Повидимому, составъ этой селитры колеблется. Cs въ ней нѣтъ.

5) Nasini. *I soffioni boraciferi d. Toscana*. R. 1907. p. 106 — по Бекки.

6) Въ Steamboat Springs. См. G. Becker. *Monographs of Un. St. Geol. Survey*. XIII. W. 1888. p. 344.

7) W. N. Hartley a. H. Ramage. *Journal of the Chemical Society*. LXXI. L. 1897. p. 535 сл.

петалять). Въ этихъ тѣлахъ они находятся въ видѣ изоморфной подмѣси. Формула циннвальдита точно не извѣстна, но повидимому связана съ тѣмъ же ядромъ. Любопытно, что это какъ разъ тотъ же типъ алюмосиликатовъ, къ которому относятся господствующія соединенія природныхъ представителей другой группы рѣдкихъ элементовъ — итровой и церіевой группы. Однако, Cs и Rb могутъ встрѣчаться и въ другихъ производныхъ каолиновъ; такъ они находятся въ лепидолитахъ и оргоклазахъ.

#### 4. О составѣ цезіевыхъ берилловъ.

Цезій въ бериллахъ былъ впервые найденъ Бекки въ кристаллахъ изъ Эльбы<sup>1)</sup>. Однако, анализъ Бекки или былъ сдѣланъ невѣрно или произведенъ надъ сильно разрушеннымъ или неоднороднымъ матеріаломъ, такъ что его пришлось оставить въ сторонѣ при изученіи состава берилла и онъ не обратилъ на себя должнаго вниманія. Бекки нашель 0.88% Cs<sub>2</sub>O, причемъ количество BeO въ его анализѣ достигало всего 3.31%.

Послѣ Бекки впервые Пенфильдъ доказалъ несомнѣнное присутствіе Cs<sub>2</sub>O въ бериллахъ и съ тѣхъ поръ найдены слѣдующія количества окиси цезія въ бериллахъ различныхъ мѣстностей.

	% Cs <sub>2</sub> O	Аналитики.	
Norway, Мэнъ . . . . .	1.61	Сперри <sup>2)</sup>	I
» » . . . . .	1.66	Пенфильдъ <sup>3)</sup>	II
Hebron, » . . . . .	2.92	»	III
Липовка, Уралъ . . . . .	3.10	Ненадкевичъ	IV
Hebron, Мэнъ . . . . .	3.60	Уэлльсъ <sup>4)</sup>	V

1) E. Bechi. Bolletino d. Com. Geolog. Ital. R. 1870. p. 83. Cp. C. Rammelsberg. Handb. d. Mineralchemie. 2-te Aufl. L. 1875. p. 651. Раммельсбергъ даетъ д. б. правильное толкованіе анализу Бекки.

2) S. Penfield a. E. S. Sperry. Am. Journal of Sc. XXXVI. N. H. 1888. p. 319.

3) S. Penfield. ib. XXVIII. 1884. p. 29.

4) Dana. System of miner. 6 ed. N. Y. 1892. p. 407.

Кромѣ того слѣды или количества меньше 0.1%  $\text{Cs}_2\text{O}$  были найдены въ бериллахъ изъ N. Milford въ Коннектикутѣ и Уинслоу въ Мэнѣ<sup>1)</sup>.

Бросается сразу въ глаза, что въ этихъ, богатыхъ цезіемъ, бериллахъ одновременно всегда находится Li и H. Къ сожалѣнію, въ анализахъ Пенфильда опредѣленія  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{BeO}$  невѣрны<sup>2)</sup> и поправка анализова не была дана, такъ что мы имѣемъ въ дѣйствительности не 5, а всего три полныхъ анализа цезіеваго берилла.

	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{BeO}$	$\text{CaO}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cs}_2\text{O}$	$\text{Li}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	Сумма.
I.	64.12	17.89	0.16	12.13	0.10 <sup>3)</sup>	2.24	1.61	1.75	1.21	—	—	100.21
II.	64.29	(18.89)	0.48	(10.54)	—	2.44	1.66	0.84	1.39	—	—	100.53
III.	62.10	(18.92)	0.49	(10.35)	0.35	2.33	2.92	1.17	1.82	—	—	100.45
IV.	62.84	18.34	—	11.45	0.24	1.92	3.10	1.39	сл.	сл.	0.04	99.32
V.	62.44	17.74	—	11.36	—	2.03	3.60	1.60	1.13	0.40	—	100.30

### 5. 0 химической формулѣ берилловъ.

Обычная химическая формула берилла —  $\text{Be}_3 \text{Al}_2 \text{Si}_6 \text{O}_{18}$  — была выдвинута уже вскорѣ послѣ первыхъ анализова и была принята, не смотря на неполное совпаденіе ея съ результатами опыта, т. к. методы отдѣленія Al, Si и Be не были достаточно точны и наблюдаемыя отклоненія можно было объяснять неточностью анализа.

Леви<sup>4)</sup> первый обратилъ вниманіе на то, что бериллы (изумруды) содержатъ  $\text{H}_2\text{O}$ , удаляемую при высокой температурѣ (1.66%) — но эти наблюденія, подтвержденныя Велеромъ<sup>5)</sup>, не обратили на себя вниманія и не отразились на химическихъ формулахъ минерала. Точно также Леви первый нашелъ щелочи (0.7%  $\text{Na}_2\text{O}$ ) въ изумрудѣ изъ Музо, но и эти наблюденія были

1) C. Hintze. Handbuch d. Mineral. II. L. 1897. 1294—1295.

2) S. Penfield, l. c. XXXII. N. H. 1886. p. 110.

3)  $\text{CaO} \rightarrow \text{MgO}$ .

4) B. Lewy. Annales de ch. et de phys. LIII. P. 1858. p. 14.

5) F. Wöhler. Annalen d. Physik. CXXII. L. 1864. p. 493.



забыты. Небольшія количества Fe, Cr, Ca, Mg находились и раньше и могли или считаться происходящими отъ постороннихъ примѣсей или же относиться къ изоморфной подмѣси аналогичныхъ ферри и хромсиликатовъ.

Впервые въ 1884 г. Пенфильдъ<sup>1)</sup> обратилъ вниманіе на нахождение въ нѣкоторыхъ бериллахъ замѣтнаго количества Li, Cs, Na и особенно H. Принимая, что Li, Na и Cs изоморфно замѣщаютъ Be, онъ придалъ берилламъ, богатымъ H, новую химическую формулу  $H_2 Be_3 Al_4 Si_{12} O_{37}$ , которая довольно хорошо отвѣчаетъ лучшимъ его анализамъ.

Эта работа Пенфильда мало обратила на себя вниманія. Впрочемъ Гротъ<sup>2)</sup>, сохраняя, несмотря на работы Пенфильда, старую формулу берилловъ, высказалъ предположеніе, что очень обычная въ бериллахъ потеря при прокаливаніи зависитъ отъ постороннихъ включеній. Если бы, однако, дальнѣйшія работы указали, что это невѣрно и подтвердили бы взглядъ Пенфильда, то Гротъ полагалъ возможнымъ принять группу AlO замѣстителемъ H и формула берилловъ выразилась бы по его мнѣнію въ такомъ случаѣ какъ —  $[SiO_3]_4 Al Be_2 (Na, H, AlO)$ .

Однако, у насъ нѣтъ никакихъ данныхъ, указывающихъ на существованіе радикала AlO, аналогичнаго водороду и щелочнымъ металламъ. Едва ли, поэтому, объясненіе Грота можетъ быть принято. Еще дальше отъ фактовъ стоятъ попытки объяснить составъ этого минерала, считая Be трехатомнымъ. Не отрицая возможности существованія — особенно въ сложныхъ комплексахъ — бериллія, аналогичнаго алюминію, нельзя не отмѣтить, что для берилла на это у насъ нѣтъ указаній. Наоборотъ, характеръ его измѣненій въ природѣ заставляетъ насъ придавать ему каолиновое строеніе, причемъ бериллій отнюдь не замѣщаетъ и не аналогиченъ алюминію.

Въ основу нашихъ заключеній о строеніи берилла надо по-

---

1) S. Penfield. *Americ. Journal of Science*. XXVIII. N. H. 1884. p. 25. XXXII. 1886. 107. XXXVI. 1888. p. 317.

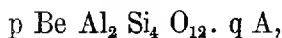
2) P. Groth. *Tabell. Uebersicht d. Miner.* 4-te Aufl. L. 1898. p. 152.

ставить характеръ его измѣненій въ природѣ, т. к. къ сожалѣнiю, у насъ нѣтъ опытовъ надъ его переходами въ другiе алюмосиликаты. Бериллъ, какъ извѣстно, довольно легко переходитъ въ поверхностномъ слоеѣ земной коры, путемъ вывѣтриванiя, въ *каолинъ* и *бѣлую слюду* съ выдѣленiемъ кварца. Этотъ переходъ несомнѣнно доказываетъ существованiе въ строенiи берилла слюдянаго или каолиноваго ядра — т. е. группы  $M_2 Al_2 Si_2 O_8$ <sup>1)</sup>. Къ тому же выводу приводитъ очень рѣдкое его измѣненiе въ ортоклазѣ въ области измѣненiй въ послѣднихъ стадiяхъ застыванiя пегматитовыхъ жилъ<sup>2)</sup>. На тоже самое указываетъ очень характерный *зеленый* цвѣтъ хромосиликата, входящаго въ бериллы въ видѣ изоморфной смѣси<sup>3)</sup>.

Обращаясь къ берилламъ, не заключающимъ щелочей или  $H_2O$  — а, повидимому, примѣсь такихъ алюмосиликатовъ допустима для *аквамариновъ*<sup>4)</sup>, мы неизбежно должны допустить для нихъ формулу  $Be Al_2 Si_4 O_{12}$ .  $2 Be Si O_3$  — т. е. разсматривать бериллы какъ продуктъ присоединенiя къ каолиновому ядру группы лейцита.

Ибо изъ перехода берилла въ слюду и глины неизбежно слѣдуетъ, что онъ является берилловой солью кислоты  $H_2 Al_2 Si_2 O_8$  или ея аналоговъ. Т. к. мы имѣемъ здѣсь избытокъ основанiя, то этотъ избытокъ ( $2 BeO$ ) долженъ находиться въ боковой цѣпи, вѣроятно въ видѣ  $Be Si O_3$ .

Общая схема строенiя берилловъ слѣдовательно будетъ



гдѣ, согласно общимъ основанiямъ<sup>5)</sup>

$$p = 1, 2, 3, \dots, q:p < 2 \text{ или } = 2, A = Be Si O_3 \dots$$

1) В. Вернадскiй. Лекцiи описат. минералогiи. I. М. 1899. стр. 214 сл. Его же. Zeitschrift f. Kryst. XXXIV. L. 1901. p. 37 сл.

2) Объ этомъ переходѣ см. J. Joly. The Scient. proceedings of R. Dublin Society. V. D. 1886. p. 57 сл.

3) В. Вернадскiй. I. с. Зеленую окраску даютъ только хромосиликаты каолиноваго строенiя. Хромосиликаты другой структуры — розовые.

4) См. S. Penfield. I. с. Въ нихъ %  $H_2O$  меньше 1.6%, и они не заключаютъ  $Cs_2O$ . Едва ли можно толковать ихъ формулу иначе.

5) В. Вернадскiй. I. с.

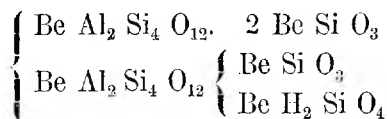
Слѣдовательно группу берилловъ будутъ составлять *продукты присоединенія силикатовыхъ группъ къ берилловымъ солямъ кремнеглиноземистой кислоты, аналогичной пирофиллиту*; назовемъ эту кислоту пирофиллитовой кислотой.

Въ физическихъ свойствахъ берилла мы имѣемъ одно явленіе, которое косвеннымъ образомъ подтверждаетъ такое представленіе о структурѣ берилловъ. Бериллы являются *рѣзко окрашенными тѣлами*. Для алюмосиликатовъ такая рѣзкая окраска (или сильное поглощеніе опредѣленныхъ участковъ спектра) наблюдается исключительно въ продуктахъ присоединенія къ солямъ, но не въ чистыхъ соляхъ кремнеглиноземистыхъ кислотъ<sup>1)</sup>. Такъ, мы наблюдаемъ эту окраску въ нозеанахъ, гаюинахъ и другихъ минералахъ группы нефелина; въ гранатахъ, эпидотахъ, скаполитахъ и т. п. Окраска берилла объяснялась иначе, но, какъ извѣстно, эти объясненія не могутъ считаться удовлетворительными.

Не касаясь здѣсь дальше этихъ явленій, нельзя не отмѣтить, что рѣзкая окраска этихъ тѣлъ и ея измѣненіе находится въ зависимости отъ характера группы А или величины р (что мы наблюдаемъ и для группы нефелина), такъ цезіевые бериллы — розовые или бѣлые, аквамарины — голубые, обычный бериллъ, богатый Н, зеленый и т. д.

Легко видѣть, что и формула Пенфильда, столь отличная на первый взглядъ отъ обычной формулы берилла, легко можетъ быть сведена къ тому же типу  $\text{Be Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{12} \cdot q \text{A}$ .

Пенфильдъ писалъ свою формулу какъ  $\text{H}_2 \text{Be}_6 \text{Al}_4 \text{Si}_{12} \text{O}_{37}$ , т. е., выдѣляя соль пирофиллитовой кислоты, она выразится —  $2 \text{Be Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{12} \cdot 4 \text{Be Si O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Такъ какъ  $q:p$  не можетъ быть больше 2, то мы имѣемъ для берилла Пенфильда.



1) В. Вернадскій. I. с.

т. е. въ этомъ случаѣ  $p = 2$ ,  $q = 4$ ,  $A = 3 \text{ Be Si O}_3$   
 $\text{Be H}_2 \text{ Si O}_4$ .

Очевидно, формула этого типа очень несимметрична, но при большой молекулѣ берилла вполне возможно, что его частица очень большая и что она имѣетъ слѣдующее симметрическое строеніе:

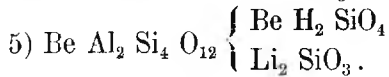
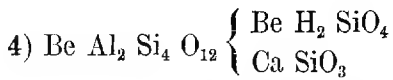
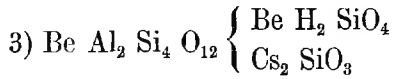
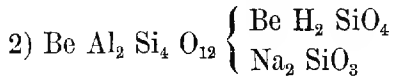
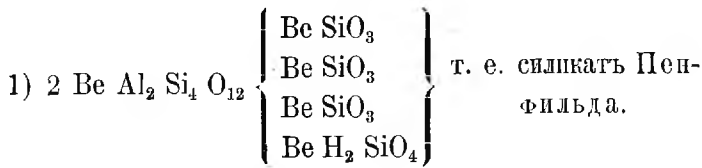
$3 (\text{Be Al}_2 \text{ Si}_4 \text{ O}_{12} \cdot 2 \text{ Be Si O}_3) + (\text{Be Al}_2 \text{ Si}_4 \text{ O}_{12} \cdot 2 \text{ Be H}_2 \text{ Si O}_4)$ .

Эти два тѣла  $\text{Be Al}_2 \text{ Si}_4 \text{ O}_{12} \cdot 2 \text{ Be Si O}_3$  и  $\text{Be Al}_2 \text{ Si}_4 \text{ O}_{12} \cdot 2 \text{ Be H}_2 \text{ Si O}_4$  надо разсматривать лишь какъ два члена изоморфнаго ряда берилла. Щелочи —  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{Cs}_2\text{O}$  — входятъ, согласно этому взгляду, не въ составъ основного ядра берилла, а въ составъ боковой цѣпи, т. е. группы А.

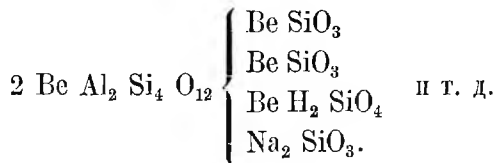
Строеніе этой группы можетъ быть выражено различнымъ образомъ, напримѣръ можно предположить существованіе въ ней такихъ комплексовъ элементовъ, какъ  $\text{Na}_2 \text{ SiO}_3$ ,  $\text{Li}_2 \text{ SiO}_3$ ,  $\text{Be SiO}_3$  и т. д. Однако, вычисленія, сдѣланныя на этомъ предположеніи не приводятъ къ очень хорошимъ выводамъ и есть одно обстоятельство, которое, повидимому, заставляетъ очень скептически относиться къ старой формулѣ берилла и безусловно предпочесть для него формулу Пенфильда. *Во всѣхъ анализахъ, гдѣ присутствуютъ щелочи, всегда есть и  $\text{H}_2\text{O}$ .* Это должно отражаться на формулѣ даннаго тѣла и въ высшей степени сомнительно, чтобы  $\text{H}_2\text{O}$  въ формулѣ этихъ тѣлъ зависла исключительно отъ примѣси чистаго алюмосиликата Пенфильда.

Къ тому же всѣ новые анализы даютъ  $\text{H}_2\text{O}$  и въ тѣхъ бериллахъ, въ которыхъ ее раньше не находили. Поэтому приходится предполагать существованіе во всѣхъ щелочныхъ бериллахъ въ боковой цѣпи элементовъ  $\text{H}_2\text{O}$ . Эти элементы могутъ находиться или въ видѣ комплекса  $\text{Be} (\text{OH})_2$  или въ видѣ  $\text{Be H}_2 \text{ Si O}_4$ , какъ это предполагается по формулѣ Пенфильда.

Въ концѣ концовъ можно объяснять бериллы, заключающіе щелочи, присутствіемъ слѣдующихъ алюмосиликатовъ:



Конечно, возможно, что въ данномъ тѣлѣ находятся тѣла иной структуры; такъ очень вѣроятно, что по аналогіи съ алюмосиликатомъ Пенфильда и чистые щелочные берилліевые алюмосиликаты имѣютъ болѣе сложную формулу, напр.



Анализы не даютъ пока возможности рѣшить этотъ вопросъ.

Несомнѣнно, можно сдѣлать и рядъ другихъ предположеній. Однако число ихъ ограничено. При ихъ установкѣ необходимо считаться съ данными опыта и наблюденія.

Примѣняемый здѣсь методъ толкованія анализова явленія является ничѣмъ инымъ, какъ примѣненіемъ въ эту область явленій того самаго метода *разложенія* даннаго явленія на болѣе простыя частныя явленія, который получилъ такое широкое развитіе въ астрономіи или физикѣ, въ видѣ строки Фурье и т. д. Какъ тамъ, такъ и здѣсь члены ряда могутъ быть различныя. Опытъ и наблюденіе должны выдѣлать изъ возможныхъ тѣ, которые ближе всего и

точнѣ всего отвѣчаютъ фактамъ. Существуютъ ли въ дѣйствительности въ природѣ всѣ эти гипотетическіе члены ряда, въ данномъ случаѣ гипотетическіе алюмосиликаты, для научной работы неважно. По существу, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ методомъ толкованія сложнаго природнаго процесса, разложеніемъ его на болѣе простыя для насъ составныя части — но не съ проникновеніемъ въ сущность явленія. Раскладывать же на составныя части можно разнымъ образомъ. Но изъ всѣхъ возможныхъ способовъ мы должны для научной работы принять во вниманіе самый простой и исходить изъ него при изученіи природныхъ процессовъ.

Возвращаясь къ данному явленію, я приму для толкованія анализа болѣе простыя алюмосиликаты, гдѣ это не вызывается необходимостью. Это будутъ: I. — Алюмосиликатъ Пенфильда —  $H_2 Be_6 Al_4 Si_{12} O_{37}$ , II. —  $H_2 Be_2 Al_2 Cs_2 Si_6 O_{19}$ , III. —  $H_2 Be_2 Al_2 Li_2 Si_6 O_{19}$ , IV. —  $H_2 Be_2 Al_2 Na_2 Si_6 O_{19}$ . — Кальціевый алюмосиликатъ, въ виду малаго количества CaO въ анализахъ, я оставлю безъ разсмотрѣнія.

Химическій составъ этихъ гипотетическихъ алюмосиликатовъ будетъ слѣдующій:

	BeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Cs <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
I.	13.72	18.62	66.02	1.64	—	—	—
II.	6.16	12.54	44.49	2.21	34.60	—	—
III.	8.92	18.16	64.38	3.20	—	5.34	—
IV.	8.44	17.18	60.92	3.02	—	—	10.44

Исходя изъ этихъ данныхъ, можно вычислить составъ вобреевитовъ изъ разныхъ мѣстностей. Какъ указано (стр. 94), мы имѣемъ для нихъ всего три анализа, которыми можно пользоваться. Для ихъ вычисленія мною приняты Cs<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O анализовъ и по нимъ вычислены % подмѣси въ данномъ минералѣ гипотетичныхъ алюмосиликатовъ, содержащихъ эти элементы, а затѣмъ весь остатокъ отнесенъ къ алюмосиликату Пенфильда. Отсюда вычислены BeO, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. При этомъ, для пра-

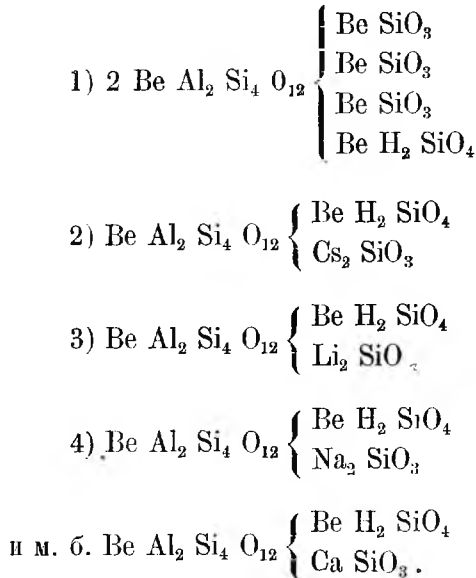
вильнаго сужденія о полученныхъ числахъ надо имѣть въ виду, что оставлены безъ вниманія СаО и т. д. и что анализы не перечислены на 100%, а иногда сильно отъ нихъ отличались напр. для Липовки въ среднемъ 99.3% вмѣсто 100%.

Какъ видно, вычисленныя числа могутъ считаться удовлетворительными.

	0/0 анал. модель.	0/0 анал. модель.	0/0 анал. модель.	0/0 анал. модель.	выч. BeO	Δ	выч. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Δ	выч. SiO <sub>2</sub>	Δ	выч. H <sub>2</sub> O	Δ
	I	II	III	IV								
1. Липовка .	65.01	8.96	26.03	11.79	11.79	+0.34	17.95	-0.39	63.68	+0.84	2.09	+0.17
2. Норуэ . .	69.72	4.65	14.04	12.09	12.09	-0.04	18.10	+0.21	64.20	+0.08	2.05	-0.19
3. Гебронъ .	48.82	10.40	29.96	10.82	10.93	-0.43	17.69	-0.05	62.72	+0.32	2.33	+0.30

Разница вычисленныхъ формулъ отъ наблюдаемыхъ нигдѣ не отличается отъ допустимыхъ колебаній и въ общемъ — кромѣ SiO<sub>2</sub> Липовскаго воробьевита — не превосходитъ 0.4%.

Т. о. вполне возможно, разматривать бериллы, какъ изоморфную смѣсь слѣдующихъ алюмосиликатовъ :



При этомъ разности, содержащія цезіевый алюмосиликатъ, я буду называть *воробьевитомъ*, не заключающія щелочей *аква-мариномъ*, заключающія Li, но не заключающія Cs — *литіевымъ берилломъ*, заключающія Na, но не заключающія Li и Cs — *натровымъ берилломъ*.

Май 1908.  
СПБ.

