ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

1. Химическія отношенія горныхъ породъ и ихъ графическое изображеніе [1]).

Е. С. Федорова.

(Съ 4 фигурами).

(Доложено 8 января 1907 года).

Кто стремился дать себѣ ясный отчетъ о химическихъ отношеніяхъ горныхъ породъ, долженъ былъ съ поразительною ясностью видѣть все несовершенство нашихъ свѣдѣній по этому вопросу. Приходится сознаться, что настоящая, точная наука еще почти не прикоснулась къ этому важному вопросу, и господствуетъ здѣсь самый примитивный эмпиризмъ.

Выставляется большое число типовъ породъ, получающихъ многочисленныя названія, но нѣтъ даже общепризнаннаго критерія для различенія одного типа или, точнѣе, вида порода отъ другого.

Преобладающее въ настоящую минуту требованіе для характеристики породы — ея химическій составъ. Но никто еще не умѣетъ отвѣтить на вопросъ, какая варіація въ химическомъ составѣ допустима, чтобы считать породу въ предѣлахъ даннаго установленнаго вида; какой критерій служитъ для того, чтобы указать границу, дальше которой видъ преобразуется въ другой. Правда, едва ли кто нибудь считаетъ, что вообще существуютъ какія либо естественныя границы между двумя данными породами; повидимому всѣ склонны допускать, что всякія рубрики будутъ искуственными то есть по самому существу дѣла слишкомъ большое мѣсто остается субъективному усмотрѣнію. Однако, наблюденія въ полѣ (а особенно надъ колонками алмазныхъ буровыхъ скважинъ) убѣжденно говорятъ о чрезвычайно сильной перемѣнности въ процентномъ составѣ слагающихъ минераловъ, а слѣдовательно и въ химическомъ составѣ нетолько одного и того же вида породы, но даже просто той ея разности, которая проявилась въ какомъ-нибудь пунктѣ. Въ этомъ отношеніи сильное впечатлѣніе производятъ колонки роговообманковыхъ андезинофировъ въ Турьинскихъ рудникахъ [1]). На протяженіи одного, двухъ аршинъ

[1]) Такъ какъ въ основѣ соображеній этой статьи лежатъ законы физической химіи, то я обращался къ коллегамъ-спеціалистамъ въ этой области и слышалъ отъ нихъ отзывы о правильности примѣненія этихъ законовъ. Особенно же цѣннымъ для меня былъ отзывъ В. А. Тюрина, какъ перваго авторитета въ нашемъ отечествѣ; онъ нашелъ основанія соображеній „безукоризненными".

[1]) Можно было бы привести и другой еще болѣе рѣзкій (можетъ быть даже наиболѣе рѣзкій изъ имѣющихся) примѣръ варіацій въ составѣ породъ, проявляющихся въ одной мѣстности въ строго опредѣленныхъ условіяхъ.

Я имѣю въ виду друзиты, развитіе которыхъ въ видѣ лакколитовъ (отчасти вѣроятно и просто въ видѣ болѣе или менѣе значительныхъ линзъ) по всему южному берегу (и особенно островамъ) Кандалакскаго залива дѣлаетъ несомнѣннымъ однородность и даже геологическую единовременность ихъ образованія (во всякомъ случаѣ болѣе поздняго, чѣмъ слои гнейса, въ изогнутіяхъ котораго они внѣдрились). Въ этой сравнительно небольшой мѣстности мы имѣемъ представителей этой группы, составленныхъ съ одной стороны почти начисто изъ оливина, а съ другой преобладающимъ образомъ изъ андезина, но особенно часто преобладаютъ пироксены.

Однако, несмотря на ограниченность мѣстности ихъ проявленія и однородность условій образованія мы все-таки не можемъ признать въ нихъ одинъ видъ породы, а должны признать таковыхъ цѣлую группу.

Эта группа въ своей совокупности имѣетъ нѣсколько существенныхъ, одной ей свойственныхъ чертъ (прежде всего друзитовую структуру, затѣмъ сложность минералогическаго состава и наконецъ общую законность порядка выдѣленія слагающихъ минераловъ), но въ то же время представляетъ высшія крайности въ варіаціяхъ состава, нетолько химическаго, но и минералогическаго.

Впрочемъ, не считая еще доказаннымъ, что всѣ эти варіаціи нельзя было бы относить къ одному единственному виду породы, я допускаю возможность и такой точки зрѣнія. И тогда эта порода послужила бы рѣзкимъ доказательствомъ полной несостоятельности раздѣленія породъ по химическому составу. Вопросъ разрѣшится, когда окончательно и безповоротно опредѣлится критерій, устанавливающій границы между видами породъ.

мы часто видимъ здѣсь переходы отъ почти совершенно черныхъ (вслѣдствіе изобилія роговой обманки) къ почти совершенно бѣлымъ разностямъ (вслѣдствіе почти полнаго отсутствія того же минерала). Давая себѣ отчетъ въ химическомъ составѣ этого минерала и андезина, другого преобладающаго минерала породы, мы легко поймемъ всю разницу въ химическомъ составѣ одной и той же породы, взятой съ одного и того же пункта (почти въ буквальномъ смыслѣ слова).

Но этотъ же самый фактъ, во всеобщности котораго нетрудно убѣдиться каждому геологу, внимательно осматривающему крупныя обнаженія массивныхъ изверженныхъ породъ, даетъ твердыя основанія для вывода того, что именно является наиболѣе существеннымъ при установкѣ видовъ горныхъ породъ.

Допустимъ, что мы застали породу въ тотъ моментъ, когда выдѣлилась лишь часть минераловъ въ кристаллическомъ видѣ, а остальная масса находится еще въ видѣ расплавленномъ. Пусть въ этотъ моментъ охлажденіе прекратилось и наступилъ полный покой магмы. Такой минералъ, какъ роговая обманка, обладающій чувствительно большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, несомнѣнно будетъ постепенно погружаться, а потому верхняя часть магмоваго резевуара будетъ бѣднѣть, а нижняя часть обогащаться этихъ минераломъ, и никакое химическое явленіе не воспослѣдуетъ, если даже роговая обманка образуетъ внизу почти сплошной слой простой породы. Объ ея раствореніи въ этомъ случаѣ не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ мы именно захватили въ своемъ воображеніи тотъ моментъ, когда она выдѣляется изъ раствора, и слѣдовательно обратно не можетъ перейти въ него ни въ одномъ пунктѣ, допуская, что самъ растворъ во всемъ резевуарѣ абсолютно одинаковаго состава.

Если устанавливать критерій по химическому составу, то спрашивается, съ какой степени обогащенія магмы роговою обманкою считать новый видъ породы. Ясно, что какая бы граница ни была установлена, она составляла бы совершенный субъективный произволъ, и что въ предѣлѣ мы должны все-таки къ тому же виду отнести породу и тогда, когда она окажется состоящею изъ одной только роговой обманки безъ всякихъ примѣсей.

Если бы при заданныхъ условіяхъ мы стали-бы (безъ измѣненія условія сохраненія температуры и давленія) вводить въ магму въ какомъ—угодно количествѣ роговую обманку того же состава, то химическое равновѣсіе, очевидно, не нарушалось бы, а химическій составъ могъ бы быть измѣненъ въ какой-угодно степени.

Еще болѣе наглядный примѣръ представляютъ магмы породъ, содержащихъ примѣсь магнетита (чистаго или хотя бы титанистаго). Тутъ разница въ удѣльныхъ вѣсахъ еще гораздо значительнѣе, а потому еще легче возникаютъ естественныя условія, при которыхъ магнетитъ сконцентрировывается изъ магмы въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ. Напр. въ Богословскомъ округѣ сюда относятся діабазы и породы группы габбро. Концентрація магнетита бываетъ столь значительна, что подаетъ поводъ къ развѣдкамъ, и нерѣдко послѣднія опредѣляли штоки нетолько въ десятки, но и въ сотни тысячъ пудовъ (обыкновенно болѣе крупные штоки въ габбро и болѣе мелкіе въ діабазахъ, какъ это подробно описано въ соч. Никитина и моемъ („Богословскій горный округъ“). Ясно, что въ этомъ случаѣ даже породу, состоящую изъ почти сплошного магнетита мы должны признать лишь за крайній предѣлъ состава тѣхъ же магмъ.

Но съ другой стороны, если мы прибавимъ къ магмѣ сколько-угодно такихъ абсолютно нерастворимыхъ въ ней минераловъ, которые именно по этой причинѣ не нарушаютъ установившагося химическаго равновѣсія, то не будетъ никакого основанія существенно отдѣлять такія искуственныя магмы отъ той естественной, въ которой и вовсе не содержалось бы этихъ минераловъ. Можетъ быть абсолютно нерастворимыхъ минераловъ и вовсе не существуетъ, но во всякомъ случаѣ къ этому случаю подводятся примѣси минераловъ, почти нерастворимыхъ.

На основаніи всего этого можемъ заключить, что 1) главнѣйшимъ руководящимъ критеріемъ при характеристикѣ породы долженъ быть не химическій, а минералогическій составъ, а 2) наибольшее значеніе имѣютъ минералы, наиболѣе растворимые, а наименьшее—наименѣе растворимые. Минералы, почти нерастворимые, практически слѣдуетъ выдѣлять изъ характеристики, какъ несущественные или собственно минералы, составляющіе примѣсь. Нельзя придавать существенной роли этимъ минераламъ, въ какой-бы пропорціи они ни входили въ составъ. Сюда въ особенности относятся сульфиды. Хотя доказано, что и они растворяются въ магмѣ въ незначительномъ количествѣ, но во всякомъ случаѣ большой роли въ условіяхъ химическаго равновѣсія они не играютъ. Напротивъ того, силикаты, алюминаты и ферраты,

насколько извѣстно, при температурахъ, высшихъ чѣмъ температура выдѣленія кристалловъ, растворяются другъ въ другѣ въ безграничныхъ количествахъ то есть ихъ магмы обладаютъ безпредѣльною взаимною растворимостью [1]), (какъ напр. при нагрѣваніи смѣси воды и фенола).

Этимъ выводомъ, полученнымъ изъ обширнаго металлургическаго опыта, опредѣляется циклъ тѣхъ минераловъ, которые должны считаться существенными для характеристики магмъ, а слѣдовательно и образующихся изъ нихъ горныхъ породъ.

Впрочемъ, слѣдуетъ сдѣлать маленькую оговорку относительно минераловъ рѣдкаго состава. Какъ бы велика ни была ихъ растворимость и слѣдовательно ихъ роль въ химическомъ равновѣсіи, но вообще она не можетъ и ихъ вводить въ существенную характеристику, разъ они по своему ничтожному содержанію фактически не могутъ проявить всей своей роли.

Ограничившись этими условіями, мы въ концѣ концовъ получимъ весьма незначительный списокъ минераловъ, составляющихъ петрографически-важные виды; благодаря этому, научная задача петрографіи все-таки упрощается въ весьма высокой мѣрѣ.

Такимъ образомъ, единственный допустимый въ настоящее время критерій принадлежности данной породы къ опредѣленному виду есть ея минералогическій составъ. Съ другой стороны, съ точки зрѣнія современной физической химіи, появленіе изъ магмы каждаго новаго минерала знаменуетъ возрастаніе числа фазъ, обусловливающихъ химическое равновѣсіе. Ясно, что для того, чтобы данный минералъ могъ появиться изъ раствора, необходимы нѣкоторыя особыя условія состава, измѣняя которыя, мы достигнемъ того, чтобы минералъ этотъ не появился, а если онъ появился, то при этихъ измѣненіямъ онъ начнетъ растворяться; и если дадимъ достаточное время для этого процесса, то онъ растворится вполнѣ, а вмѣсто него можетъ появиться какой-нибудь другой минералъ. Вотъ тотъ составъ раствора, при измѣненіи котораго въ одномъ или противоположномъ направленіи, мы получимъ то появленіе одного минерала, то появленіе другого и раствореніе перваго, и есть составъ, соотвѣтствующій границѣ между двумя видами при данныхъ условіяхъ процесса. Температура при этомъ всегда предполагается падающею съ достаточною медленностью. Что же касается давленія, то по имѣющимся даннымъ, этому фактору вообще принадлежитъ незначительная, совершенно второстепенная роль [1]).

Единственное существенное обстоятельство, которое при соображеніяхъ этого рода нельзя упускать изъ виду, есть степень продолжительности процесса. Для того, чтобы химическое равновѣсіе—при уже начавшейся кристаллизаціи—непрерывно поддерживалось, совершенно необходима чрезвычайная медленность процесса. Если медленность недостаточна, и притомъ въ составѣ магмы послѣдовали такія измѣненія, что разъ уже выдѣлившіеся минералы снова растворяются, но не имѣютъ для этого достаточно времени, то ясно, что они сохранятся въ окристаллизованной породѣ, хотя по составу послѣдней они и не должны были бы въ ней присутствовать. На это уже не разъ обращалъ вниманіе авторъ этой статьи, предложивъ для такихъ породъ названіе аномальныхъ.

Существованіе аномальныхъ породъ въ этомъ опредѣленіи установлено самыми незыблемыми фактами [2]). Оно устанавливается наблюденіемъ признаковъ начавшагося, но не кончившагося растворенія нѣкоторыхъ минераловъ (напр. въ выдѣленіяхъ кварца въ порфировыхъ и эффузивныхъ породахъ, въ такъ называемой „резорбціи“ роговой обманки или даже почти полномъ раствореніи съ небольшими остатками самыхъ разнообразныхъ минераловъ) или же, еще чаще, въ отложеніи слоевъ изоморфнаго ряда, рѣзко различныхъ по составу. Послѣднее иногда въ высшей степени рѣзко проявляется на плагіоклазахъ, но также даетъ себя знать и на многихъ другихъ минералахъ, особенно пироксенахъ.

Съ понятіемъ объ аномальности породъ связывается выводъ о полной теоретической невозможности ихъ классифицировать, такъ какъ таковыя породы есть продуктъ случайныхъ комбинацій внѣшнихъ условій, дѣлающихъ такія породы вполнѣ индивидуальными, не подчиняющимися никакому постоянному закону и, напротивъ того, нарушающими тотъ законъ, который имѣетъ мѣсто для породъ нормальныхъ.

Конечно, съ другой точки зрѣнія, наблюденіе аномальныхъ породъ даетъ указанія высокой важ-

[1]) I. Vogt. Die Silikatschmelzlösungen. 1903. I. 100

[1]) Весьма обстоятельно вліяніе фактора давленія разсмотрѣно въ имѣющемъ для петрографіи столь высокую важность трудѣ Vogt „Die Silikatschmelzlösungen“ II 208. Заключеніе „der Druck-bis zu dem in den Tiefen-Eruptivgesteinen herrschenden Druck-nur einen ziemlich untergeordneten Einfluss auf die Krystallysationsfolge ausübt; dies ist auch durch eine ganze Reihe Beobachtungen verificiert worden“.

[2]) Наиболѣе подробно изложено въ статьѣ автора „Горныя породы Кедабека“ (Зап. Имп. Академіи Наукъ XIV № 3, стр. 14 сл.).

ности относительно условій, при которыхъ происходила кристаллизація, и по мѣрѣ того, какъ будетъ возрастать детальность свѣдѣній о соотношеніи между составомъ магмы и минералогическимъ составомъ, будутъ подробнѣе выясняться и условія, при которыхъ создались аномальныя породы. Пока же петрографія, какъ наука, находится въ столь младенческомъ состояніи, что не разъясненъ даже первый вопросъ, по существу составляющій ея азбуку, какъ точной науки.

И теперь я имѣю въ виду попытку разобраться въ этой азбукѣ, пользуясь тѣмъ графическимъ способомъ изображенія химическаго состава, какой былъ предложенъ въ статьѣ „Естественная классификація, символизація химическихъ составовъ изверженныхъ горныхъ породъ“ [1]). Въ основаніи этого способа кладется раздѣленіе окисловъ, слагающихъ составъ породъ, на четыре группы по ихъ атомности, а именно 1) (K^2, Na^2) 0,2) (Ca^2, Mg^2, Fe^2) O^2,3) (Fe^2, Al^2) O^3, 4) Si^2O^4. Прежде всего по числамъ анализа опредѣляются частичныя количества [2]) этихъ окисловъ, и полученныя количества окисловъ одной атомности складываются, такъ что въ результатѣ получается четыре числа (a b c d), которыя характеризуютъ опредѣленную точку химическаго состава.

Собственно эта точка находится внутри тетраэдра, вершины котораго послѣдовательно выражаютъ собою чистые окислы перечисленныхъ группъ, а затѣмъ положеніе точки опредѣляется тремя отношеніями частичныхъ количествъ окисловъ по правиламъ линейной или гномоническихъ проекцій.

Въ частности, для минераловъ всѣ эти три отношенія раціональны, почему составъ каждаго минерала можно выразить символомъ изъ четырехъ цѣлыхъ чиселъ.

Для петрографически существенно важныхъ минераловъ можно принять слѣдующіе символы и буквенныя обозначенія:

A	0122	Анортитъ.
B	1223	Біотитъ.
D	0101	Діопсидъ, ромбическій пироксенъ, амфиболъ.
E	1012	Эгиринъ, лейцитъ.
F	1313	Флогопитъ.
G	0323	Гранатъ.
K	0010	Корундъ, гематитъ.
L	4033 [1])	Содалитъ, нефелинъ [2]).
N	1011	Нефелинъ.
O	1013	Ортоклазъ, альбитъ.
P	0201	Перидотъ, оливинъ.
Q	0001	Кварцъ.
S	0120	Шпинель.

По поводу этого списка замѣтимъ, что буквенное обозначеніе и символъ относятся не къ единичному минералу, а къ точкѣ химическаго состава. Напр. каждый плагіоклазъ приходится признать за сложный минералъ, состоящій изъ альбита и анортита, пироксенъ (или амфиболъ) придется признать составленнымъ изъ діопсида и эгирина. Напротивъ того, точка E можетъ относиться къ эгирину или лейциту или къ совокупности обоихъ, смотря по представленнымъ окисламъ; вообще же каждая точка изображаетъ большую совокупность изоморфныхъ минераловъ. Въ частности, въ минералахъ группы содалита кромѣ перечисленныхъ четырехъ группъ окисловъ входитъ въ составъ Cl, (SO_3 Na) и т. п., которые не приняты во вниманіе, но количествомъ которыхъ опредѣляется и количество самого минерала въ породѣ.

На фигурѣ 1 представленъ тетраэдръ съ изображенными въ немъ по формуламъ минералами приведенной таблички.

Изъ нея усматриваемъ, что за исключеніемъ темныхъ слюдъ, всѣ главные минералы имѣютъ въ своемъ символѣ не менѣе одного нуля. Это означаетъ отсутствіе какой-нибудь группы окисловъ и слѣдовательно нахожденіе точки на одной изъ граней тетраэдра. Въ этомъ случаѣ точка химическаго состава опредѣляется по тремъ вершинамъ треугольника соотвѣтствующей грани, совершенно такъ же, какъ опредѣляется гномоническая проэкція грани въ кристаллографіи по тремъ гранямъ (100), (010) и (001) для гексагональныхъ кристалловъ.

Въ частности минералы D, P и S имѣютъ въ своемъ символѣ два нуля и слѣдовательно изображаются точками на соотвѣтственныхъ ребрахъ тетраэдра, и наконецъ K и Q имѣютъ въ своемъ

---

[1]) Записки И. СПБ. Минералогическаго Общества ч. *38* 395.

[2]) Самое преобразованіе въ частичныя количества легко и удовлетворительно можно произвести графическимъ путемъ, откладывая сырыя числа на прямыхъ, проведенныхъ отъ начальной на разстояніяхъ, равныхъ вѣсамъ частицъ соотвѣтствующихъ окисловъ.

[1]) Для нозеана получаемъ даже 5033.

[2]) Приводимая здѣсь простая формула для нефелина замѣнившая привимавшуюся прежде весьма сложную формулу, основана на анализѣ свѣжаго Бѣломорскаго нефелина въ Изв. И. Академіи Наукъ 1905, *23* 149.

символѣ три нуля то есть относятся къ вершинамъ тетраэдра. Вообще же и въ самомъ общемъ случаѣ положеніе точки въ тетраэдрѣ рѣшается по правиламъ нахожденія центра тяжести, причемъ числа a, b, c, d выражаютъ вѣсъ въ вершинахъ тетраэдра [1]).

Если символы двухъ точекъ $(a_1\ b_1\ c_1\ d_1)$ и $(a_2\ b_2\ c_2\ d_2)$, то символъ каждой точки на той же прямой есть $(ka_1+la_2;\ kb_1+lb_2;\ kc_1+lc_2;\ kd_1+ld_2)$. Въ частности, если точки находятся на ребрахъ тетраэдра, то извѣстны символы точекъ на концахъ ребра то есть на вершинахъ тетраэдра и посединѣ ребра, а потому легко получать символъ точки произвольнаго положенія или обратно найти положеніе точки по символу. Напр. 0100 и 0001 двѣ конечныя точки опредѣленнаго ребра, (0101) есть точка, находящаяся на немъ же какъ разъ по срединѣ, потому что $(0101)=(0+0,\ 1+0,\ 0+0,\ 0+1)$ (относится къ минералу D), а точки $(0201)=(2.0+0,\ 2.1+0,\ 2.0+0,\ 2.0+1)$ находится ровно на трети длины ребра, ближе къ точкѣ II, потому что разстояніе ея отъ этой точки будетъ вдвое меньше, чѣмъ отъ точки IV.

Тремя точками, а слѣдовательно и детерминантомъ $\triangle=\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \end{vmatrix}$ опредѣляется нѣкоторая плоскость, и только въ частномъ случаѣ $\triangle=0$, мы получаемъ только что указанное соотношеніе между тремя точками на прямой. Этотъ детерминантъ мы можемъ замѣнить символомъ $(A\ B\ C\ D)$ плоскости,

гдѣ $A=\begin{vmatrix} b_1 & c_1 & d_1 \\ b_2 & c_2 & d_2 \\ b_3 & c_3 & d_3 \end{vmatrix}$, $B=-\begin{vmatrix} c_1 & d_1 & a_1 \\ c_2 & d_2 & a_2 \\ c_3 & d_3 & a_3 \end{vmatrix}$, $C=\begin{vmatrix} d_1 & a_1 & b_1 \\ d_2 & a_2 & b_2 \\ d_3 & a_3 & b_3 \end{vmatrix}$

и $D=-\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$.

Чтобы понять значеніе этого символа, замѣтимъ, что детерминантъ $\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \end{vmatrix}=aA+bB+cC+dD,$

а потому если эта величина равна нулю, то точка $(a\ b\ c\ d)$ находится въ плоскости $(A\ B\ C\ D)$; если же она не равна нулю, то точка находится не въ плоскости, а внѣ ея съ той или другой стороны, и смотря потому, съ какой именно, величина эта положительна или отрицательна.

Въ частности, если возьмемъ нѣсколько точекъ съ однимъ постояннымъ отношеніемъ, напр. $(a\ b\ c_1\ d_1)$, $(a\ b\ c_2\ d_2)$, $(a\ b\ c_3\ d_3)$. . . , то всѣ такія точки находятся въ одной плоскости, проходящей чрезъ точки $(a\ b\ 0\ 0)$, (0010), (0001) то есть $\begin{vmatrix} a & b & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}=(b,-a,0,0)$,

потому что $a\,.\,b+b\,.\,(-a)+ck\,.\,0+dk\,.\,0=0$.

Прямая выражается нетолько символомъ $\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \end{vmatrix}$, но также и символомъ $\begin{vmatrix} A_1 & B_1 & C_1 & D_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 & D_2 \end{vmatrix}$ то есть нетолько ka_1+la_2, kb_1+lb_2, kc_1+lc_2, kd_1+ld_2), но также $(kA_1+lA_2,\ kB_1+lB_2,\ kC_1+lC_2,\ kD_1+lD_2)$.

Если прямая лежитъ въ плоскости $(A\,B\,C\,D)$, то въ этой плоскости лежатъ всѣ ея точки то есть

$$A\,(ka_1+la_2)+B\,(kb_1+lb_2)+C\,(kc_1+lc_2)+D\,(kd_1+ld_2)=0 \qquad \text{A)}$$

независимо отъ значеній k и l; въ частности также $Aa_1+Bb_1+Cc_1+Dd_1=0$ и $Aa_2+Bb_2+Cc_2+Dd_2=0$.

Если же прямая не лежитъ въ плоскости, то пересѣкается съ нею въ одной точкѣ. Если эта

---

[1]) Сама точка $(a\ b\ c\ d)$ химическаго состава есть центръ тяжести системы изъ четырехъ вершинъ тетраэдра, къ коимъ приложены вѣса a, b, c, d. Вѣсъ системы въ центрѣ тяжести есть $a+b+c+d$.

Такъ какъ четырьмя вѣсами a, b, c, d вполнѣ опредѣляется положеніе центра тяжести, то эти же вѣса есть въ то же время и координаты точки внутри тетраэдра, а именно координаты барицентрическія (по Мебіусу).

Если возьмемъ четыре точки $(a_1\ b_1\ c_1\ d_1)$, $(a_2\ b_2\ c_2\ d_2)$, $(c_3\ b_3\ c_3\ d_3)$ и $(c_4\ b_4\ c_4\ d_4)$, въ коихъ приложены соотвѣтственно вѣса $a_i+b_i+c_i+d_i$ $(i=1,\ 2,\ 3,\ 4)$, то ими, какъ системою вѣсомыхъ точекъ, въ свою очередь, опредѣляется центръ тяжести, къ коему приложенъ вѣсъ, равный суммѣ вѣсовъ всѣхъ четырехъ точекъ. Если въ каждой изъ этихъ точекъ мы измѣнимъ вѣсъ одной, то и общій центръ тяжести системы перемѣстится.

Если напр. вѣса въ этихъ точкахъ помножимъ соотвѣтственно на k_1, k_2, k_3, k_4 и затѣмъ разложимъ вѣсъ въ каждой точкѣ на четыре вѣса въ вершинахъ тетраэдра, то найдемъ, что въ этихъ вершинахъ приложены вѣса $k_1\ a_1+k_2\ a_2+k_3\ a_3+k_4\ a_4$, $k_1\ b_1+k_2\ b_2+k_3\ b_3+k_4\ b_4$. . . а потому общій центръ тяжести опредѣлится координатами $(\Sigma^4_1 ka,\ \Sigma^4_1 kb,\ \Sigma^4_1 kc,\ \Sigma^4_1 kd)$. Этимъ обусловливается правило сложенія координатъ.

Если дано три точки, то ихъ центръ тяжести есть центръ тяжести обусловливаемаго ими трехугольника и значитъ находится въ одной съ ними плоскости. Центръ тяжести системы изъ двухъ точекъ лежитъ на одной съ ними прямой.

Вѣсъ альбита $1+0+1+3=5$; вѣсъ анортита $0+1+2+2=5$. Такъ какъ эти вѣса одинаковы, то положеніе любого плагіоклаза на прямой OA прямо дается его номеромъ; въ частности точка лабрадора находится какъ разъ на срединѣ, а точка андезина на одной трети разстоянія OA.

точка и есть $(ka_1 + la_2,\ kb_1 + lb_2,\ kc_1 + lc_2,\ kd_1 + ld_2)$, то получимъ равенство
A), изъ котораго выведемъ

$$\frac{k}{l} = -\frac{Aa_1 + Bb_1 + Cc_1 + Dd_1}{Aa_2 + Bb_2 + Cc_2 + Dd_2}. \qquad B)$$

Этимъ же соотношеніемъ вполнѣ опредѣляется искомая точка пересѣченія.

При этомъ сами плоскости тетраэдра, противоположныя вершинамъ (1000), (0100), (0010), (0001). получатъ соотвѣтственно символы:

$$\begin{vmatrix} 0100 \\ 0010 \\ 0001 \end{vmatrix} = (1000),\quad \begin{vmatrix} 0010 \\ 0001 \\ 1000 \end{vmatrix} = (01\bar{1}0),\quad \begin{vmatrix} 0001 \\ 1000 \\ 0100 \end{vmatrix} = (0010),\quad \begin{vmatrix} 1000 \\ 0100 \\ 0010 \end{vmatrix} = (000\bar{1}).$$

Само собою разумѣется, что знаки минусъ въ послѣднихъ символахъ не имѣютъ реальнаго значенія и выражаютъ то же, какъ если бы знакъ былъ положительный, потому что этотъ знакъ зависитъ отъ произвольнаго порядка, въ которомъ расположимъ строчки или столбцы детерминанта.

Этихъ немногихъ формулъ вполнѣ достаточно для имѣющихся въ виду примѣненій, къ коимъ и перейдемъ.

Намъ предстоитъ разсмотрѣть химическую характеристику главнѣйшихъ видовъ горныхъ породъ, и въ этомъ случаѣ полнота имѣетъ существенное значеніе. Чтобы приблизиться къ этому, цѣлесообразнѣе всего принять въ разсмотрѣніе тѣ виды, которые выставляются наиболѣе авторитетными петрографами въ учебныхъ руководствахъ и для которыхъ они извлекли типичные химическіе анализы, считаемые ими наиболѣе надежными.

Къ сожалѣнію, нужно оговорить, что едва-ли вообще имѣются вполнѣ надежные анализы то есть анализы, относящіеся къ совершенно свѣжимъ породамъ. Занимающемуся петрографу слишкомъ хорошо извѣстно, что какъ бы тщательно ни выбирать матеріалъ для анализа, все-таки нѣкоторая часть минераловъ окажется уже претерпѣвшею химическія измѣненія въ большей или меньшей степени. Особенно трудно разсчитывать на полную свѣжесть нѣкоторыхъ минераловъ вродѣ нефелина, оливина и т. п.; но и болѣе прочные минералы всегда, хотя въ небольшой степени, подверглись измѣненію или метаморфизаціи; очень трудно разсчитать вліяніе этихъ вторичныхъ измѣненій на общій составъ породы. Во всякомъ случаѣ нельзя придавать слишкомъ большого значенія даже лучшимъ анализамъ, и на всѣ цифры слѣдуетъ смотрѣть лишь какъ на грубо приближенныя.

И на этотъ разъ, какъ и въ статьѣ „Естественная классификація...“, я положу въ основу виды породъ и анализы, приводимые Розенбушемъ въ его „Elemente der Gesteinslehre“ для породъ глубинныхъ.

Прежде всего замѣтимъ, что магмы этихъ породъ онъ раздѣляетъ на двѣ серіи, а именно: 1) магмы фоянто-тералитовыя и 2) гранито-діоритовыя и габбро-перидотитовыя. Нумера вторыхъ отмѣчены цифрами со значками.

Магмы фоянто-тералитовыя.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$Si_2\ O_4$ . . .	84,6	83,0	79,2	72,0	67,6	66,0	69,1	65.0	65,7	65,1	66,9	59,9	59,6	54,0	61,5	63,5	58,8	57.2	56,8	54,4	56.6	53,9	50,9	50,0	51,6	48,2
$Al_2\ O_3$ . . .	15.6	15,0	16,8	23,6	27,4	27,6	30,4	28,6	33,2	27,4	20,2	30,6	33,0	38.4	27,8	26.0	23,4	24.8	24.2	24,8	20,6	24,2	23.2,	12,4	27,4	12,2
$Fe_2\ O_3$ . . .	1,6	0,2	2.4	0,8	3,0	1.0	0,4	2,6	1,8	3,4	10,0	3.4	2,6	3,2	7,0	4,4	4,6	3.4	6,0	7,2	1,2	3,2	4,0	2.8	4,0	2,6
	17,2	15,2	19,2	24,4	30,4	28,6	30,8	31,2	35,0	30,8	30,2	34,0	35,6	41,6	34,8	30,4	28,0	28,2	36,2	32,0	21,8	27,4	27,2	15,2	31,4	14,8
$Fe_2\ O_2$ . . .	—	1,0	1,7	2,1	2,5	4,4	2,2	2,7	—	—	2,2	3,0	1,2	0,6	—	2,2	3,8	4,7	6.4	5,5	4.1	3,8	3,7	7.5	2,6	4.9
$Mg_2\ O_2$ . . .	—	0,5	—	1,0	1 4	1,0	0.2	1,6	0,2	1,4	—	3,5	—	0,5	0,7	2.2	5.6	5,9	3,6	7,9	7,3	10,8	11,4	15,5	3.4	22.7
$Ca_2\ O_2$ . . .	0,1	0,5	—	1,2	3.7	2.7	0,3	2,2	0,9	3,1	1 5	3,8	1.0	1,5	5,1	6,0	9,6	10,6	9,5	8,6,	10,2	9,7	12,8	15.0	14,9	12,2
	0,1	2,0	1,7,	4.3	7,6	8,1	2,7	6.5	1,1	4,5	3,7	10.3	2,2	2,6	5,8	10,4	19,0	21,2	19,5	22,0	21,6	24,3	27.9	38,0	20,9	39,8
$Na_2\ O$ . . .	7,2	7,8	13,4	14,2	12,6	12,6	18,6	18,8	21,0	16.8	21.2	18,6	34,2	40,0	19,0	14,2	12,2	10,0	13,0	12.0	16,0	10.8	10,0	3,6	21,2	2,6
$K_2\ O$ . . .	6,2	7,0	5,6	8.8	6,6	10,6	7,0	7.0	10,2	13,2	7.4	7,0	6.6	5,2	10,4	7.6	4.2	5,0	4.2	3,2	5.8	5.4	5,2	5.2	2,4	6.6
	13.4	14,8	19,0	23,0	19,2	23.2	25,5	25,8	31.2	30,0	28,6	25,6	40.8,	45,2	29,4	21,8	16,4	15,0	17,2	15,2	21,8	16,2	15,2	8,8	23,6	9.2
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+

Магмы гранито-діоритовыя и габро-перидотитовыя.

	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′	18′	19′	20′	21′	22′	23′	24′	25′	26′
$Si_2 O_4$	82,2	79,4	78,1	76,3	66,1	65,9	68,5	58,0	72,2	71,2	63,5	70,4	63,8	59,5	59,7	57,0	61,6	55,3	50,7	50,9	50,1	44,8	50,5	45,0	42,5	35,2
$Al_2 O_3$	16,2	18,0	14,6	19,4	21,4	22,0	24,0	26,0	19,4	21,8	26,6	16,8	24,4	19,8	22,8	24,8	37,4	20,8	22,6	22,8	24,6	26,0	25,8	8,4	7,2	—
$Fe_2 O_3$	3,4	0,8	—	1,8	2,4	—	6,0	5,2	—	2,2	3,8	14,2	4,0	2,4	4,0	6,6	0,4	1,6	0,8	0,4	2,6	6,6	3,6	11,6	6,4	—
	19,6	18,8	14,6	21,2	23,8	22,0	30,0	31,2	19,4	24,0	30,4	31,0	28,4	22,2	26,8	31,4	37,8	22,4	23,4	23,2	27,2	32,6	29,4	20,0	13,6	—
$Fe_2 O_2$	—	0,9	3,8	0,8	2,8	6,4	1,0	3,6	5,9	1,7	4,7	—	0,9	4,1	4,9	2,4	—	11,2	2,7	5,4	7,1	8,4	8,0	5,7	—	6,4
$Mg_2 O_2$	—	1,0	1,8	1,8	5,8	4,3	3,1	7,1	3,8	4,2	4,6	4,6	6,3	12,7	7,9	9,0	—	8,8	18,9	15,0	12,5	12,2	9,6	30,1	48,6	58,4
$Ca_2 O_2$	1,1	2,5	3,5	4,6	4,6	5,2	5,2	9,0	4,4	6,1	8,0	6,0	9,4	7,7	9,8	10,9	11,8	10,9	14,1	13,7	14,9	16,2	12,5	8,4	2,1	—
	1,1	4,4	9,1	7,2	13,2	15,9	9,3	19,7	14,1	12,0	17,3	10,6	16,6	24,5	22,6	22,3	11,8	30,9	35,7	34,1	34,5	36,8	30,1	44,2	50,7	64,8
$Na_2 O$	4,6	7,0	6,2	5,4	7,4	5,2	2,6	9,6	6,8	8,2	6,4	5,2	7,4	7,2	6,4	8,4	13,8	4,0	2,0	6,4	3,4	3,6	8,6	0,4	—	—
$K_2 O$	9,2	6,6	4,8	6,4	10,2	9,2	9,8	3,8	1,2	1,4	1,6	1,8	3,4	2,6	2,2	1,6	1,6	1,2	1,8	0,4	0,2	0,6	0,8	1,2	—	—
	13,8	13,6	11,0	11,8	17,6	14,4	12,4	13,4	8,0	9,6	8,0	7,0	10,8	9,8	8,6	10,0	15,4	5,2	3,8	6,8	3,6	4,2	9,4	1,6	—	—
	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o

Породы этого списка относятся къ слѣдующимъ видамъ [1]):

1, 2, 3	щелочные граниты (изъ Бюльберга, Драммена и Хонгнатена).
4	нордмаркитъ (изъ Тонзенааса).
5	лаурвикитъ (изъ Бискрона).
6 и 13	содалитовый сіенитъ (изъ Скваръ Бетъ и Кангердлуарсукъ).
7	лихтфильдитъ (изъ Лихтфельдъ).
8 и 11	луявритъ (изъ Пантелитшоръ и Кангердлуарсукъ).
9	дитроитъ (изъ Дитро).
10	фояитъ (изъ Серра де Тингуа).
12	лаурдалитъ (изъ Лунде)
14	уртитъ (изъ Луявръ Уртъ).
15	лейцитовый сіенитъ (изъ Магнетъ Кове).
16	элеолитовый сіенитъ (изъ Лонгфеллау).
17, 19, 20	ессекситъ (изъ Ронгштокъ, Салемъ-Пикъ и Кабо-Фріо).
18	тоже (т. наз. авгитовый діоритъ изъ Моунтъ Ферью).
21	шонкинитъ(т. наз. амфиболовый малиньитъ изъ Пубахъ-Лакъ).
22, 23	тералитъ (изъ Ельбоу-Крихъ и Гордонъ-Бетъ).
24	шонкинитъ (изъ Скваръ-Бетъ).
25	ижолитъ (изъ Іивара).
26	миссуритъ (изъ Хайгвудъ-Монтинъ).
1′	гранитъ (изъ Мелибокусъ).
2′, 3′, 4′	гранититъ (изъ Мелибокусъ, Бобричъ, Ландсбергъ).
5′	слюдяной сіенитъ (изъ Фрокау).
6′, 7′	роговообманковый сіенитъ (изъ Плаунъ-Грундъ и Біелла).
8′	авгитовый сіенитъ (изъ Греба).
9′	тоналитъ (съ озера Авіо).
10′	банатитъ (изъ Догнашка)
11′	кварцевогиперстеновый діоритъ (изъ Ивреа).
12′, 13′	кварцевый діоритъ (изъ Мезонкль и Уфирна).
14′	слюдяногиперстеновый діоритъ (изъ Кампо Майоръ).
15′	діоритъ (изъ Шварценберга).
16′	пироксеновый діоритъ (изъ Лихтенберга).
17′	анортозитъ (изъ Раудонъ).
18′	габбро (изъ Радау).
19′	норитъ (изъ Радау).
20′	оливиновое габбро (Сулитйелма).
21′	гиперстеновое габбро (изъ Балтиморе).
22′, 23′	роговообманковое габбро (изъ Павоне и Линденфельса).
24′	амфиболовый перидотитъ (изъ Шроссгейма).
25′	лерцолитъ (изъ Балдиссеро).
26′	дунитъ (изъ горъ Денъ).

[1]) Приведенные здѣсь изъ „Elemente der Gesteinslehre“ анализы, какъ упомянуто, не могутъ претендовать на точность, и взяты лишь ради систематичности. Напр. по анализу породы № 17 (анортозита) вышло бы, что въ составъ ея входитъ лейцитъ или нефелинъ, чего на самомъ дѣлѣ нѣтъ.

Первый вопросъ, который теперь возникаетъ, состоитъ въ томъ, оправдывается ли общее дѣленіе магмъ на 2 типа, какъ сдѣлалъ Розенбушъ, и если да, то чѣмъ мы должны обусловить и разграничить эти типы.

Вопросъ рѣшается весьма просто, если за разграничивающую принять плоскость $\begin{vmatrix} 0001 \\ 0100 \\ 1020 \end{vmatrix} = (20\bar{1}0)$, то есть опредѣлить, будетъ ли сумма $2a - c$ положительна или отрицательна. Эти знаки отмѣчены на только-что приведенной таблицѣ.

Изъ распредѣленія этихъ знаковъ усматриваемъ, что почти единственное исключеніе между представленіемъ Розенбуша и примѣненнымъ критеріемъ относится къ шести самымъ кислымъ представителямъ гранитодіоритовой магмы. Сюда относятся гранитъ, гранититъ, слюдяной сіенитъ и часть рогово-обманковаго сіенита.

И дѣйствительно, Розенбушъ раздѣлилъ гранитъ и близкія къ нимъ породы на двѣ части, которыя и отнесъ къ упомянутымъ двумъ магмамъ. Къ первому типу онъ отнесъ тѣ изъ гранитовъ, въ которыхъ присутствіе двухатомныхъ окисловъ сводится почти къ нулю, чего нельзя сказать относительно напримѣръ гранититовъ и т. п. Другими словами, для этого случая онъ какъ разъ примѣнилъ критерій не общаго характера (отношеніе одноатомныхъ и трехатомныхъ окисловъ), а совершенно спеціальный. Такимъ образомъ на этотъ спеціальный выводъ Розенбуша можно смотрѣть лишь какъ на непослѣдовательность.

Не выдержала приложеннаго критерія еще одна разность эссексита (20); но отклоненіе слишкомъ незначительно, чтобы придавать этому серьезное значеніе; достаточно цифру 15,2, относящуюся къ щелочамъ, увеличить на 0,8, чтобы для этой породы знакъ—замѣнился нулемъ.

Вообще на всѣ породы, для которыхъ характерная величина $2a - c$ близка къ нулю, слѣдуетъ смотрѣть какъ на промежуточныя между двумя типами или нейтральныя.

Сюда отнесутся породы 18, 19, 20, 24, 4′ и 14′.

Первыя три изъ этихъ породъ почти обнимаютъ собою то, что Розенбушъ называетъ эссекситами и по характеристикѣ которыхъ представляютъ настоящія промежуточныя породы, такъ какъ въ этой характеристикѣ не упоминается разъ навсегда строго опредѣленный минералогическій составъ, а лишь нерѣдкое появленіе (“nicht allzu selten“) столь характерныхъ для породъ 1-го типа минераловъ какъ нефелинъ или минералъ содалитовой группы; но вообще эту группу породъ онъ характеризуетъ какъ отличающуюся темнымъ цвѣтомъ и между прочимъ существенно содержащую біотитъ.

Также породы 23 и 24 то есть тералиты и шонкиниты Розенбушъ характеризуетъ какъ преобладаніемъ темныхъ минераловъ при непремѣнномъ и правильномъ присутствіи біотита. Однако для этихъ породъ онъ считаетъ существеннымъ хоть небольшое содержаніе нефелина, что и опредѣляетъ ихъ принадлежность къ первому типу.

Наконецъ породы 4′ и 14′ по самому ихъ названію (гранититъ характеризуется существеннымъ содержаніемъ біотита) существенно содержатъ біотитъ.

Съ другой стороны, именно разграничительная плоскость обоихъ типовъ проходитъ чрезъ точку состава біотита, что прямо видно изъ его символа (1223).

Итакъ можемъ считать для нейтральныхъ породъ особенно характернымъ содержаніе біотита, такъ какъ выводъ этотъ основывается нетолько на непосредственномъ опытѣ, но и имѣетъ за себя вѣскія теоретическія соображенія.

Если мы зададимъ себѣ вопросъ, существуетъ ли соотношеніе между этимъ раздѣленіемъ по составу и составомъ минералогическимъ, то увидимъ, что онъ рѣшается утвердительно; Розенбушъ выдѣлилъ эти два типа именно по тому признаку, что въ первомъ изъ нихъ присутствуютъ, иногда въ видѣ незначительной примѣси, минералы сильно щелочные, какъ лейцитъ, до ультращелочныхъ, какъ нефелинъ, содалитъ, нозеанъ.

Однако при этомъ нужно сдѣлать оговорку.

Если точки химическаго состава трехъ минераловъ A, B и C расположены на прямой, то въ породѣ весьма обычна комбинація A съ B и B съ C, но совершенно невозможна комбинація A съ C, потому что это сочетаніе равносильно образованію минерала B съ нѣкоторымъ избыткомъ или A, или C.

Такой случай мы имѣемъ какъ разъ въ группахъ минераловъ 1) Q, O, E и N и 2) Q, D и P.

И опытъ дѣйствительно показываетъ, что въ изверженныхъ породахъ присутствіе кварца несовмѣстимо съ лейцитомъ и нефелиномъ съ одной стороны, оливиномъ съ другой.

Ясно, что если бы сплавили съ избыткомъ кварца лейцитъ или нефелинъ, то получили бы ортоклазъ или альбитъ, а если бы сплавили кварцъ съ оливиномъ, получили бы діопсидъ (по опыту амфибола соотвѣтствующаго состава изъ сплавленной массы вообще не выдѣляется).

Однако, нѣтъ никакого основанія не допускать

теоретической возможности сочетанія кварцъ-эгиринъ, потому что въ составѣ послѣдняго представлена окись желѣза $Fe_2\ O_3$, которая не способна входить въ составъ ортоклаза или альбита.

Отсюда видимъ условія, ограничивающія примѣнимость приведеннаго правила, которое по его общности можетъ считаться закономъ. Вотъ эти то особыя условія и служатъ чрезвычайно усложняющими обстоятельствами. Не будь такихъ усложненій, мы могли бы прямо задаваться вопросами о значеніи каждой отдѣльной плоскости, проходящей чрезъ нѣсколько точекъ химическаго состава минераловъ, какъ плоскости разграничительной въ отношеніи нѣкоторыхъ минераловъ.

Теперь же, пока не открыты ближайшіе законы соотношенія между составомъ магмы и выдѣлившихся минераловъ, приходится ограничиваться общими грубыми схемами и довольствоваться грубыми приближеніями.

Въ частности, по отношенію къ разсмотрѣнной разграничительной плоскости $[20\bar{1}0]$ можно сказать, что въ тѣхъ магмахъ, точка состава которыхъ находится съ одной стороны этой плоскости (+), вообще присутствуютъ вышеприведенные щелочные минералы, если только отсутствуетъ кварцъ. Въ присутствіи послѣдняго возможенъ изъ нихъ только ортоклазъ или альбитъ, а въ присутствіи $Fe_2\ O_3$ также эгиринъ.

Итакъ вообще разграничительная плоскость, даже важнѣйшая, не служитъ положительнымъ критеріемъ присутствія какого нибудь минерала, а скорѣе отрицательнымъ критеріемъ отсутствія одного или нѣсколькихъ минераловъ.

Къ числу такихъ особо важныхъ разграничительныхъ плоскостей относится и та, которая проходитъ чрезъ точки O, D и A то есть

$$\begin{vmatrix} 1013 \\ 0101 \\ 0122 \end{vmatrix} = |\,52\bar{1}2\,|$$

Это есть плоскость, разграничивающая магмы, выдѣляющія кварцъ отъ невыдѣляющихъ этого минерала, а выдѣляющихъ, смотря по положенію точки, оливинъ или сильнощелочный минералъ.

Магма, коей точка химическаго состава лежитъ въ этой плоскости, есть магма переходнаго характера и вообще не выдѣляетъ ни кварца, ни упомянутыхъ основныхъ минераловъ, почему и относящіяся сюда породы есть породы нетипичныя, съ нерѣзко выраженною индивидуальностью.

Испытаніе этимъ критеріемъ приводитъ къ выдѣленію слѣдующихъ породъ, какъ кварцъ содержащихъ: во первыхъ всѣ породы, прямо называющіяся гранитами (гранититами и т. п.), а именно 1, 2, 3, 1′, 2′, 3′, 4′, затѣмъ такъ называемые роговообманковые сіениты, по крайней мѣрѣ отчасти, а именно 6′ и 7′; хотя въ этихъ породахъ кварцъ и не содержится существенно, но все-таки, составляетъ небольшую и непостоянную примѣсь, и вообще характеръ этихъ породъ заставляетъ относить ихъ къ общей обширной толщѣ гранитовъ съ наименьшимъ содержаніемъ кварца, хотя упоминаются и разности, вовсе не содержащія кварца. Наконецъ сюда же относятся породы 9′, 10′, 11′, 12′, 13′, для которыхъ присутствіе кварца считается существеннымъ признакомъ и которыя можно бы отнести къ одному виду кварцевыхъ діоритовъ.

Къ породамъ нетипичнымъ, промежуточнымъ относятся нордмаркитъ 4, слюдяной сіенитъ 5′, діориты 14′ и 15′ и наконецъ анортозитъ 17.

Достаточно приведенныхъ двухъ разграничительныхъ плоскостей, чтобы раздѣлить все поле магмъ на четыре рубрики, а именно кварцъ содержащія породы раздѣлятся на I граниты 1, 2, 3, 1′ 2′, 3′ и 4′ II кварцевые діориты, а остальныя можно бы раздѣлить на III сіениты, характеризующіеся щелочными минералами и IV габбро, характеризующіяся прежде всего отсутствіемъ слѣдовъ этихъ минераловъ.

Пересѣченіе разграничительной плоскости $[20\bar{1}0)$ съ линіей плагіоклазовъ $(k+0.l,\ 0.k+l,\ k+2l,\ 3k+2l)$ даетъ точку $[2148] = 2\ (1013)+(0122)$. Частица этого минерала какъ бы составлена изъ двухъ частицъ альбита и одной частицы анортита; эту разность плагіоклазовъ, какъ извѣстно, называютъ андезиномъ.

Если принять во вниманіе, что точки химическаго состава породъ особенно густо группируются около этой разграничительной плоскости, станетъ понятнымъ и особенное распредѣленіе андезина въ среднихъ породахъ, то есть породахъ, близкихъ къ нейтральной.

Разсмотрѣніе фигуры 1 приводитъ къ признанію особеннаго значенія плоскости $[10\bar{1}0]$ какъ таковой, въ которой сосредоточены точки большинства петрографически важнѣйшихъ минераловъ, а именно Q, O, D, P, E, N, F. Если къ этому списку прибавить A, то получится полный циклъ этихъ важнѣйшихъ минераловъ. Всѣ остальные минералы играютъ гораздо болѣе второстепенную роль, кромѣ развѣ біотита B, но и онъ уже не такой распространенный какъ предъидущіе [1]).

[1]) Какъ на примѣръ можно указать на почти полное отсутствіе этого минерала во всемъ Сѣверномъ Уралѣ, то есть на протяженіи половины всего Уральскаго хребта.

Такимъ образомъ для большинства породъ точка химическаго состава слагается существенно какъ центръ тяжести изъ точки, находящейся въ этой плоскости и точки A, и лишь отчасти точки B, G, S и другихъ.

Если принять во вниманіе, что плоскость $[20\bar{1}0]$ есть разграничивающая для двухъ разрядовъ магмъ и ея точки есть точки нейтральныхъ магмъ, то ясно, что если въ породѣ представленъ плагіоклазъ не основнѣе андезина, то, при присутствіи біотита въ какомъ угодно количествѣ, порода все-таки будетъ относится къ фоянито-тералитовой половинѣ. Иными словами въ габбровой половинѣ магмъ плагіоклазъ долженъ быть основнѣе андезина.

Такимъ образомъ въ различеніи магмъ на двѣ упомянутыя половины преобладающую роль играетъ содержаніе анортита (въ меньшей степени граната, корунда и другихъ еще рѣже встрѣчающихся минераловъ).

Всѣ эти соображенія побуждаютъ при графическомъ изображеніи магмъ особую роль придать плоскости $[10\bar{1}0]$ и точкѣ A.

По этой причинѣ каждую точку химическаго состава приведенныхъ выше магмъ я на приложенныхъ таблицахъ проектировалъ двумя лучами, а именно изъ точки (0100) на плоскость [0100] и изъ точки A на плоскость $[10\bar{1}0]$. Первая проекція наглядно отмѣчаетъ принадлежность данной магмы къ той или другой половинѣ. Вторая проекція показываетъ положеніе той точки въ плоскости $[10\bar{1}0]$, которая, сложенная съ точкою A, даетъ точку химическаго состава данной магмы. Конечно, если въ породѣ замѣтное количество біотита, эта характеристика нѣсколько теряетъ свое значеніе, а для породъ гранатовыхъ [1]) она становится совершенно неправильною; но такія породы исключительны сами по себѣ.

Чтобы не слишкомъ запутывать и безъ того сложнаго чертежа, я каждую изъ половинныхъ магмъ изобразилъ отдѣльно на особыхъ чертежахъ, что и непосредственно видно по положенію проекціи на плоскости [0100] относительно слѣда $[20\bar{1}0]$. Проекціи на плоскости $[10\bar{1}0]$, долженствующія служить для рѣшенія вопроса о минералахъ данной породы, представленныхъ точками въ этой плоскости, я очертилъ кружками.

Въ изображеніяхъ сдѣлано исключеніе для кедабекита [2]), именно потому, что гранатъ является одною изъ существенныхъ составныхъ частей. Для него точка состава спроектирована лучами изъ (1000) и (0100) на противоположныя грани тетраэдра.

Теперь намъ важно сопоставить изображенія съ минералогическимъ составомъ.

Что касается гранитовъ, то вообще они характеризуются существеннымъ составомъ изъ кварца, кислаго плагіоклаза и отчасти ортоклаза, къ коимъ присоединяются въ небольшомъ количествѣ минералы другого рода, особенно зеленая роговая обманка и черныя слюды. Чаще всего натріевы минералы преобладаютъ надъ каліевыми, хотя есть и исключенія напр. особенно № 1′ и отчасти № 5′ (едва ли правильно названный Розенбушемъ слюдянымъ сіенитомъ, такъ какъ достаточно и небольшого количества кварца, чтобы причислить породу къ гранитамъ). Во всякомъ случаѣ наиболѣе богатые содержаніемъ K есть и наиболѣе богатые слюдою, такъ какъ слюда знаменуетъ нѣкоторое пересыщеніе породы содержаніемъ K.

По Розенбушу настоящіе граниты характеризуются еще содержаніемъ мусковита то есть минерала, спеціально возникающаго при процессахъ метаморфизаціи и ни въ какихъ несомнѣнно изверженныхъ и неизмѣненныхъ породахъ болѣе не встрѣчающагося. Въ этомъ онъ слѣдуетъ издавна установившейся рутинѣ, когда еще на факты такого рода мало обращалось вниманія. Нужно полагать, что таковые граниты слѣдуетъ уже относить къ гнейсамъ, такъ какъ отсутствіе гнейсовой сланцеватости не слѣдуетъ считать непремѣннымъ критеріемъ. Вотъ какъ слабо стоитъ дѣло установки этихъ крайнихъ типовъ: здѣсь даже не различаютъ съ достаточною строгостью изверженныхъ отъ метаморфическихъ! Въ числѣ гранитовъ принимаются и такіе (№ 1), въ которыхъ почти нѣтъ слѣда окисловъ 2-й группы, что въ высшей степени невѣроятно для изверженной породы, если только она не представляетъ крайне дифференцированной разности.

Какъ видимъ изъ чертежа, проекціи нѣкоторыхъ точекъ на плоскость $[10\bar{1}0]$ выходятъ за предѣлы тетраэдра, что по существу нелѣпо, такъ какъ всѣ точки состава должны заключаться въ предѣлахъ ограниченія тетраэдра. Какъ разъ сюда относятся точки 1, 1′, а также 8, 9 и 8′.

Самъ по себѣ такой результатъ указывалъ бы лишь на невозможность вывести составъ породы изъ состава минераловъ плоскости $[10\bar{1}0]$ и анортита. Въ частности, это совершенно очевидно для породъ, не содержащихъ 2-ой группы окисловъ. Но въ такомъ случаѣ невозможно и присутствіе

[1]) И корундовыхъ.

[2]) У коего частичный составъ по анализу А. Е. Купфера:

Na_2O	$Ca_2\ O_2$	$Mg_2\ O_2$	$Fe_2\ O_2$	$Fe_2\ O_3$	$Al_2\ O_3$	$Si_2\ O_4$
1,0	22,7	4,2	4,0	4.1	21,1	42,7
	30,9			25,2		

темныхъ слюдъ, а если отрицать возможность присутствія мусковита (точка состава котораго также находится въ плоскости [0100]), то сама точка состава породы должна прійтись на линію QN.

Къ сожалѣнію, измѣненіе первоначальнаго состава породы фактъ столь всеобщій, что трудно полагаться на какіе бы ни было анализы, и приходится на нихъ смотрѣть лишь какъ на грубыя приближенія [1]).

Нордмаркиты (и пуласкиты) есть породы переходнаго характера, существенно состоящіе изъ пертитово-сросшихся ортоклаза и альбита съ появленіемъ то нефелина и содалита (въ пуласкитахъ), то кварца (въ нордмаркитѣ) и небольшою примѣсью другихъ минераловъ (біотита, діопсида съ эгириномъ, баркевитической или арфведсонитовой роговой обманки или даже рибекита).

И дѣйствительно, для точки химическаго состава одной изъ этихъ породъ

имѣемъ 23,0; 4,3; 24,4; 72,0

и значитъ она почти находится въ плоскости. 5 2 1 $\overline{2}$

$$115{,}0 + 8{,}6 + 24{,}4 - 144{,}0 = 4{,}0$$

Какъ видимъ изъ фигуры, изъ всѣхъ магмъ этой группы особенно рѣзко выдѣляются шонкинитъ и мисуритъ какъ члены, наиболѣе богатые содержаніемъ окисловъ 2-ой группы. Изъ нихъ первый существенно содержитъ санидинъ съ альбитомъ и особенно много авгита, но также оливинъ и біотитъ; нефелинъ въ видѣ примѣси. Второй неизвѣстенъ въ сколько-нибудь свѣжемъ видѣ, почему кромѣ существенныхъ первоначальныхъ минераловъ лейцита, авгита и оливина (съ біотитомъ) содержитъ не малую примѣсь цеолитовъ (особенно анальцима). Во всякомъ случаѣ въ обоихъ авгитъ и оливинъ играютъ существенную роль.

Группа ессекситовъ выдѣляется какъ промежуточная между двумя главными типами породъ. Соотвѣтственно съ этимъ эта группа не имѣетъ сколько-нибудь строго минералогической характеристики и вообще представляетъ наиболѣе сложный и запутанный составъ, такъ какъ въ немъ нашли мѣсто едва ли не всѣ наиболѣе существенные минералы породъ: и плагіоклазы (ряда анортитъ-лабрадоръ) и ортоклазъ, и нефелинъ, и содалитъ, и біотитъ, и баркевитическая роговая обманка, и даже оливинъ.

Къ ней особенно близко примыкаютъ тералиты, характеризующіеся совмѣстнымъ присутствіемъ плагіоклаза и нефелина при преобладаніи пироксеновъ съ примѣсью оливина, біотита и амфибола. При исчезновеніи нефелина и оливина они переходятъ въ авгитовый діоритъ. При исчезновеніи плагіоклаза (то есть собственно анортитовой части) они переходятъ въ малиньитъ, если признать послѣдній за крайнюю разность, точка состава котораго находится въ плоскости [1010].

Особый (дифференцированный) рядъ образуютъ ижолиты, существенно состоящіе изъ нефелина и пироксена, причемъ послѣдній мѣняется въ своемъ составѣ вплоть до почти чистаго эгирина (уртитъ). Примѣсями являются апатитъ, титанитъ, а иногда и меланитъ.

Всѣ остальныя породы представляютъ нефелиновые, лейцитовые или содалитовые сіениты съ нѣкоторыми особенностями въ нѣкоторыхъ разностяхъ, напр. въ лаурдалитѣ, кромѣ натроваго ортоклаза, лепидомелана и пироксена, близкаго къ діопсиду, иногда появляется оливинъ [1]). Въ лаурвикитѣ кромѣ тѣхъ же полевыхъ шпатовъ къ нефелину присоединяется содалитъ, а въ видѣ примѣси встрѣчаются многіе минералы изъ группы пироксеновъ, даже гиперстенъ и кромѣ того лепидомеланъ и баркевитическая роговая обманка.

Что касается минералогическаго состава породъ діорито-габброваго типа, то онъ общеизвѣстенъ изъ элементарныхъ руководствъ, насколько вообще онъ можетъ считаться опредѣленнымъ.

Въ томъ грубомъ приближеніи, въ какомъ вообще могутъ въ настоящее время рѣшаться вопросы, касающіеся химическаго состава магмъ (если исключить породы, изобильно содержащія гранатъ и черныя слюды), можно минералогическій составъ въ плоскости $[10\overline{1}0]$ усмотрѣть изъ проекціи (отмѣченной кружкомъ), если точку D соединить прямыми съ точками N, E и O. Тогда поле этой плоскости раздѣлится на трехугольники QDO, ODE, EDN и NDP. Если проекція находится внутри одного изъ этихъ трехугольниковъ, то вообще можно сказать, что въ породѣ присутствуютъ тѣ минералы, которые соотвѣтствуютъ буквамъ вершинъ трехугольника.

Конечно, такой выводъ нужно принимать съ ого-

[1]) Pirsson (Geology of the Little Belt Mountains, Montena Washington 1900 p. 518, говоритъ по этому поводу: „Even in the handbooks, prepared by masters of the Science many analyses are quoted which are obviosly wrong... The writer desires to emphasize these points, because in his opinion this is the greatest weakness in petrographic work“. Въ частности по отношенію къ „Elemente der Gesteinslehre“ Розенбуша достаточно отмѣтить напр. такіе факты какъ опредѣленіе вогезитовъ какъ существенно ортоклазовыхъ породъ и приведеніе анализа авгитоваго вогезита, въ которомъ указывается на отсутствіе K_2O и т. п.

[1]) Очевидно въ разностяхъ, сильно отклоняющихся. Ср. ниже.

ворками. Напр., если въ породѣ имѣются радикалы Cl, SO_4, то вмѣсто нефелина N отчасти нужно принять содалитъ или нозеанъ. E выражаетъ лейцитъ лишь при достаточномъ избыткѣ K и можетъ выражать эгиринъ при достаточномъ присутствіи Fe_2O_3 [1]).

Относительно кварца количественная провѣрка этого положенія приведена выше.

Что касается оливина, то изъ чертежей прямо бросается въ глаза, что присутствіе оливина допустимо лишь въ тералитахъ (№ 23), въ шонкинитѣ (№ 24), и миссуритѣ (№ 26), а также въ оливиновомъ габбро (№ 20′), въ гиперстеновомъ габбро (№ 21′), въ такъ называемомъ роговообманковомъ габбро (№ 22′), которое, очевидно, представляетъ измѣненную породу, въ амфиболовомъ перидотитѣ (№ 24′), въ лерцолитѣ (№ 25′) и въ дунитѣ, то есть чисто-оливиновой породѣ (№ 26′) (№ 27′ выражаетъ чисто авгитовую породу).

Этотъ выводъ, какъ видимъ, вполнѣ оправдывается.

Изъ гранатовыхъ породъ приведенъ кедабекитъ изъ Кедабека. Въ немъ кромѣ діопсида и граната имѣется еще весьма основной плагіоклазъ, который можно опредѣлить вычисленіемъ. Для этого нужно только опредѣлить точку пересѣченія съ линіей плагіоклазовъ той плоскости, которая опредѣляется точками D, G и точкою химическаго состава кедабекита, то есть плоскостью

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 2 & 3 \\ 1{,}0 & 30{,}9 & 25{,}2 & 42{,}7 \end{vmatrix} = [23{,}6;\ 2{,}0;\ 0;\ -2{,}0].$$

Для опредѣленія искомой точки пересѣченія (по форм. B) имѣемъ

$$\frac{k}{l} = \frac{23{,}6\times 1 + 2{,}0\times 0 + 0\times 1 - 2{,}0\times 3}{23{,}6\times 0 + 2{,}0\times 1 + 0\times 2 - 2{,}0\times 2} = \frac{17{,}6}{2{,}0},$$

откуда № плагіоклаза $\frac{17{,}6}{19{,}6} = 0{,}89$.

По произведенному анализу плагіоклаза (растворенiемъ въ соляной кислотѣ) найдемъ № 83, въ сущности довольно близкій.

Выше былъ отмѣченъ тотъ фактъ, что при выдѣленіи минераловъ изъ магмъ давленію принадлежитъ весьма незначительная роль. Поэтому только что сдѣланные выводы можно съ равнымъ правомъ перенести и на настоящія жильныя породы.

Въ этомъ отношеніи особенно интересны породы изъ окрестностей Христіаніи, спеціально и всесторонне изученные Бреггеромъ, который посвятилъ имъ III томъ своего труда „Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes“ и озаглавилъ его „Das Ganggefolge des Laurdalits“.

Основная мысль этого труда та, что разнообразіе породъ данной мѣстности главнымъ образомъ обусловливается дифференціею изъ нѣкоторой общей, характерной для мѣстности, магмы; и эта теоретическая магма нетолько можетъ быть выведена изъ суммированія составныхъ магмъ (принимая въ соображеніе ихъ распространенность на геологической картѣ), но и въ дѣйствительности представляетъ одну изъ наиболѣе распространенныхъ породъ. Таковою для изученной имъ мѣстности онъ считаетъ лаурдалитъ, а остальныя магмы представляютъ отщепленіе отъ нея, причемъ повсюду отщепленіе въ одну сторону отъ главной лаурдалитовой магмы сопровождается и дополнительнымъ отщепленіемъ въ противоположную сторону.

Въ общемъ, лаурдалитовая магма есть во всякомъ случаѣ средняя изъ всѣхъ остальныхъ магмъ той же мѣстности, между которыми авторъ различаетъ слѣдующія:

	$Na_2O\ K_2O$	Ca_2O_2	$Mg_2O_2\ Mn_2O_2$	Fe_2O_3	$Fe_2O_3\ Al_2O_3$	$Ti_2O_4\ Si_2O_4$
1. Камптонитъ	0,034 0,018	0,103	0,087 0,003	0,036	0,036 0,125	0,015 0,368
	52		229		161	383
2. Фарризитъ	0,100 0,024	0,080	0,088 —	0,043	0,023 0,158	0,010 0,381
	124		211		181	391
3. Бронзитовый керсантитъ	0,054 0,015	0,069	0,069 —	0,052	0,030 0,168	0,016 0,400
	69		190		198	416
4. Геумитъ	0,106 0,033	0,057	0,052 0,002	0,051	0,030 0,164	0,012 0,410
	139		162		194	422
5. Натровая минетта	0,159 0,049	0,047	0,042 0,002	0,035	0,023 0,159	0,011 0,430
	208		126		182	441

[1]) Тамъ же, гдѣ не образуется минерала E, онъ, конечно, замѣщается совокупностью минераловъ O и N.

6. Нефелиновый порфиръ	0,122 0,043 / 165	0,020	0,016 — / 55	0,019	0,010 0,223 / 233	0,005 0,445 / 450
7. Гедрумитъ	165	0,019	0,013 0,008 / 57	0,017	0,014 0,181 / 195	0,005 0,479 / 484
8. Дитроитъ	0,119 0,062 / 181	0,020	0,015 — / 47	0,012	0,011 0,215 / 226	0,004 0,470 / 474
9. Эгирино-слюдистый сельфсбергитъ.	0,119 0,059 / 178	0,009	0,007 0,004 / 37	0,017	0,025 0,173 / 198	0,002 0,491 / 493
10. Катофоритов. сельфсбергитъ . .	0,115 0,056 / 171	0,008	0,010 — / 35	0,017	0,021 0,160 / 181	0,006 0,522 / 528
11. Тингуаитъ	0,145 0,064 / 209	0,013	0,010 — / 32	0,009	0,022 0,197 / 219	— 0,464 / 464
12. Фояитъ	0,150 0,060 / 210	0,010	0,007 — / 26	0,009	0,011 0,213 / 224	0,005 0,475 / 480
13. Бостонитъ	0,105 0,057 / 162	0,006	0,003 — / 11	0,002	0,029 0,186 / 215	0,006 0,501 / 507
14. Лестиваритъ (сіенитов. аплитъ).	0,121 0,059 / 180	0,007	0,002 0,001 / 11	0,001	0,013 0,159 / 172	0,004 0,554 / 558
15. Лаурдалитъ	0,124 0,051 / 175	0,026	0,025 0,001 / 73	0,021	0,015 0,187 / 202	0,008 0,454 / 462

Точки химическаго состава, согласно этимъ числамъ, нанесены на фиг. 3.

Прежде всего усматриваемъ изъ этой фигуры, что почти всѣ породы, кромѣ № 1 и 3, относятся къ первому типу фояито-тералитовыхъ, что во всякомъ случаѣ свидѣтельствуетъ о близости и вѣроятной связи этихъ магмъ. Во-вторыхъ здѣсь, также какъ и въ предъидущихъ случаяхъ, видимъ весьма неравномѣрное распредѣленіе точекъ химическаго состава, что донельзя ярко подчеркиваетъ произвольность и субъективность выдѣленныхъ видовъ породы.

Далѣе видно, что точка лаурдалита дѣйствительно занимаетъ центральное мѣсто посреди другихъ, хотя видовъ, болѣе богатыхъ щелочами, гораздо больше, чѣмъ обогащенныхъ щелочными землями. Изъ первыхъ крайняя есть нефелиновый порфиръ, точка котораго почти совпадаетъ съ точкою *E*. Изъ вторыхъ крайнею является камптонитъ № 1.

Только въ послѣднемъ допустимо присутствіе оливина, что и подтверждается спеціальнымъ описаніемъ.

Наоборотъ, только въ лестиваритѣ допустимо присутствіе кварца, это также подтверждается описаніемъ; при этомъ отмѣчается въ большинствѣ лестиваритовъ отсутствіе этого минерала, тогда какъ въ другихъ содержаніе кварца доходитъ до 5%. Такой особенности можно было и прямо ожидать отъ діаграммы, такъ какъ точка химическаго состава лишь немного выходитъ за пограничную линію.

Въ частности, лаурдалитъ какъ наименѣе дифференцированная порода характеризуется и наиболѣе сложнымъ минералогическимъ составомъ изъ криптопертито-натроваго микроклина, нефелина (немного содалита, рѣдко канкринита какъ вторичнаго), лепидомелана, діопсида (частью эгириноваго). Кромѣ того встрѣчается много минераловъ примѣсей. Изъ нихъ оливинъ появляется въ крайне рѣдкихъ случаяхъ (очевидно, такіе разности не слѣдовало бы и относить къ лаурдалиту).

Въ составъ камптонита входятъ плагіоклазъ (ряда лабрадора), баркевотическая роговая обманка, псевдоморфозы по оливину, немного пироксеновъ.

Въ фарризитѣ нѣтъ полевыхъ шпатовъ, а вмѣсто нихъ въ большомъ количествѣ представленъ минералъ, близкій къ мелилиту [1]), а затѣмъ баркевикитъ (амфиболъ), безцвѣтный пироксенъ и красно-бурый біотитъ. Въ нѣкоторыхъ разностяхъ авторъ

[1]) Вслѣдствіе чрезвычайной рѣдкости появленія мелилита въ глубинныхъ и жильныхъ породахъ его точка не нанесена на діаграммѣ. Это едва ли не исключительный минералъ, несоразмѣрно часто появляющійся именно въ эффузивныхъ породахъ и печныхъ сплавахъ. Видимо, онъ *именно наиболѣе чувствителенъ къ факторy* давленія, отличительному для главныхъ подраздѣленій изверженныхъ породъ.

усмотрѣлъ оливиновыя псевдоморфозы, чего можно было ожидать и изъ діаграммы, такъ какъ порода относится къ приграничнымъ.

Въ бронзитовомъ керсантитѣ въ массѣ, состоящей изъ плагіоклаза (ряда андезина), авгита и ромбическаго пироксена вкраплены скопленія біотита.

Въ составъ геумита входитъ натровый ортоклазъ и микроклинъ и баркевикитъ съ примѣсью біотита и ничтожною примѣсью нефелина, содалита и діопсида.

Въ составъ натровой минетты входятъ натровый ортоклазъ, микроклинъ и темная слюда съ примѣсью эгириноваго діопсида.

Нефелиновый порфиръ состоитъ изъ евгранатовой основной массы изъ криптопертита, нефелина, немного содалита, эгириноваго діопсида и біотита и крупныхъ выдѣленій нефелина, скопленій біотита и рѣдкихъ выдѣленій полевого шпата.

Въ составъ гедрумита, входятъ таблички микропертита, эгиринъ (съ ядромъ эгир. діопсида), лепидомеланъ, альбитъ въ тонкихъ индивидахъ и изрѣдка нефелинъ въ мельчайшихъ промежуткахъ.

Дитроитомъ Бреггеръ означаетъ нормальный нефелиновый сіенитъ евгранитовой (въ противоположность фояиту трахитоидной) текстуры.

Сельфсбергитами Бреггеръ вообще обозначаетъ жильныя породы (въ противоположность грорудитамъ), не содержащія (или почти не содержащія) кварца, никогда не проявляющія порфировой структуры и вообще состоящія изъ чисто щелочныхъ полевыхъ шпатовъ и эгирина, часто замѣщающагося катофоритомъ. При отсутствіи кварца нерѣдко является примѣсь нефелина.

Тингуаитами, какъ извѣстно названы жильныя породы (иногда порфировой структуры), характеризующіяся содержаніемъ калистыхъ полевыхъ шпатовъ (также натристаго ортоклаза) и особеннымъ изобиліемъ эгирина съ присоединеніемъ нефелина, а также иногда темной слюды и роговой обманки.

Бостониты особенно характеризуются почти бѣлымъ цвѣтомъ вслѣдствіе преобладанія альбита (отчасти и калистыхъ полевыхъ шпатовъ), иногда квазипорфироваго сложенія (отъ присутствія не автоморфныхъ болѣе крупныхъ кристалловъ и незначительнаго количества (обыкновенно хлоритозированныхъ) окрашенныхъ минераловъ и проявляютъ трахитоидную текстуру въ отличіе отъ лестиваритовъ, характеризующихся аплитовою текстурою.

Разсматривая совокупность этихъ породъ, мы вообще замѣчаемъ такую степень близости, что многіе изъ употребленныхъ здѣсь спеціальныхъ терминовъ являются даже излишествомъ. Весьма вѣроятно, что всѣ представленные здѣсь виды связаны породами промежуточнаго состава и составляютъ почти цѣльное; въ срединѣ этой совокупности стоитъ лауръ далитъ, во всякомъ случаѣ яркій представитель сильно щелочныхъ магмъ; и вполнѣ допустимо, что изъ этой типичной для данной мѣстности магмы отщепились всѣ остальныя путемъ еще не вполнѣ выяснившихся процессовъ дифференціаціи. Особнякомъ стоитъ лишь фарризитъ, существенно содержащій столь отличительный минералъ какъ мелилитъ, ни слѣдовъ котораго не встрѣчается въ другихъ породахъ и напоминающій объ условіяхъ образованія, схожихъ съ тѣми, что имѣютъ мѣсто для эффузовныхъ породъ. Но можно ли утверждать, что матеріаломъ для образованія этой породы послужила также часть, отщепившаяся отъ обще-лаурдалитовой магмы, остается подъ вопросомъ, такъ какъ законы дифференцировки магмъ намъ неизвѣстны. Пока вѣроятнѣе этого не допускать, а скорѣе предположить вовлеченіе въ магму добавочныхъ составныхъ частей, такъ какъ по составу эта порода крайняя въ томъ отношеніи, что ея точка изъ всѣхъ близкихъ къ плоскости $[10\bar{1}0]$ наиболѣе удалена отъ прямой QN.

Но если вопросъ о дифференціаціи будетъ поставленъ опредѣленнымъ образомъ, какъ обыкновенно себѣ его представляютъ, а именно какъ процессъ раздѣленія данной средней магмы на двѣ другія, обусловливающія образованіе двухъ видовъ породъ, отмѣченныхъ и изслѣдованныхъ, то на него можетъ быть данъ графическимъ путемъ (или вычисленіемъ) строго опредѣленный отвѣтъ. Въ самомъ дѣлѣ, въ этомъ случаѣ прямая, проходящая чрезъ точки состава обѣихъ магмъ, должна проходить, чрезъ точку состава средней магмы. Обѣ первыя магмы есть магмы дополнительныя.

Разсматривая діаграмму, мы увидимъ, что по отношенію къ ряду выставленныхъ магмъ отвѣтъ получится отрицательный, такъ какъ для нихъ дополнительныхъ (по отношенію къ лаурдалиту, магмъ не имѣется напр. это можно сказать о магмахъ №№ 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14.

Чтобы привести примѣръ другой мѣстности съ ея распредѣленіемъ породъ, я въ виду тщательности анализовъ Гиллебранда выбираю горы Little Belt mountains, описанные въ спеціальной монографіи Пирссона [1]. Сюда вошли слѣдующіе анализы:

[1] Geology of the Little Belt Mountains, Montana by Walter Weed (Petrography by L. Pirsson) Washington 1900.

	K_2O	Na_2O	MgO_2	CaO_2	FeO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_4
1. Амфиболовый сіенитъ (Borker)	53	70	23	15	11	15	158	538
	123		49			173		
2. Пироксено-амфиболовый сіенитъ (Yogo Peak)	48	70	41	46	15	13	145	513
	118		102			158		
3. Монцонитъ (Yogo Peak)	45	55	85	76	28	21	139	453
	100		169			160		
4. Шонкинитъ (Yogo Peak)	52	36	46	115	40	18	119	406
	88		241			137		
5. Діоритъ (Carpenter Creek)	30	69	63	27	30	10	197	459
	99		120			207		
6. Сіенитовый аплитъ (Sheep Creek)	52	64	21	30	8	8	146	552
	116		59			154		
7 Гранито-порфиръ (Wolf Butte)	47	54	18	8	3	5	145	580
	101		29			150		
8. То же (Barker)	52	70	12	9	3	13	156	571
	122		24			169		
9. То же (Thunder Mountain)	52	66	21	17	6	10	153	562
	118		44			163		
10. Амфиболовый порфиръ (Bear Baldy)	54	66	19	21	8	11	148	558
	120		48			159		
11. Сіенитовый порфиръ (Yogo Peak)	41	73	22	23	13	15	159	521
	114		58			174		
12. Діоритовый порфиръ (Steamboat)	41	63	37	44	17	11	153	518
	104		98			164		
13. Біотито-амфиболовый порфиръ (Bear Park)	41	68	27	33	11	13	150	541
	109		71			163		
14. Кварцевый порфиръ (съ мусковитомъ и другими вторичными минералами изъ Yogo Peak)	52	55	10	3	1	3	138	609
	107		14			141		
15. Анальцимовый базальтъ (Bandbox)	34	67	68	157	25	26	113	403
	101		250			139		
16. Авгитовая минетта (Sheep Creek)	31	29	66	41	20	13	91	290
	60		127			104		

Здѣсь сохранены названія, данныя авторомъ, которыя однако едва ли можно признать правильными. Породы № 1 и 2 названы сіенитами, но какъ видно изъ діаграммы, равно какъ изъ описанія автора, онѣ существенно содержатъ кварцъ; то же относится и къ породѣ № 6.

Въ общемъ, сравненіе этой группы породъ съ предъидущею, давая указанія на нѣкоторыя сходства, ясно свидѣтельствуетъ о гораздо сильнѣйшей кислотности этихъ породъ, большинство изъ которыхъ такъ пересыщено кремнеземомъ, что выдѣляютъ кварцъ.

Какъ объяснено выше, наиболѣе непреодолимую трудность въ химическомъ изученіи породъ, представляетъ измѣненность ихъ химическаго состава вслѣдствіе образованія вторичныхъ минераловъ. Едва ли даже въ видѣ исключенія можно расчитывать на полное сохраненіе первоначальнаго состава. Но если въ нѣкоторыхъ случаяхъ измѣненіе это незначительно и можетъ быть при обыкновенномъ, весьма неточномъ, изученіи пренебрегаемо, то въ громадномъ большинствѣ случаевъ оно весьма значительно, и дѣйствительный составъ можетъ совершенно извратить наши представленія о томъ первоначальномъ составѣ, который только и можетъ представить интересъ при установленіи типовъ и видовъ. Я здѣсь приведу одинъ изъ крайнихъ примѣровъ отклоненій этого рода.

Дѣло идетъ о породѣ жилы въ Великой Салмѣ противъ юго-западнаго берега Великаго острова Кандалак-

скаго залива (№ 271 b). Это на видъ плотная порода темносѣраго цвѣта съ бѣлыми точками (отъ карбонатовъ), въ общемъ весьма напоминающая плотныя породы тонкихъ жилокъ Кольскаго полуострова. Такая жила на Корельскомъ берегу встрѣчена лишь однажды въ видѣ исключенія.

Какъ и въ Кольскихъ жилахъ порода состоитъ изъ совершенно плотной основной массы, очевидно совершённо разложившейся, густо проницаемой иголочками баркевитической роговой обманки (въ противоположность авгитовымъ иголочкамъ Кольскихъ жилъ) и небольшой примѣси пироксена, и въ ней множество вкрапленныхъ скопленій досомита въ смѣси съ хлоритовымъ минераломъ. Природа этихъ скопленій неясна, такъ какъ но ихъ несовсѣмъ правильной формѣ едва ли можно относить къ миндалинамъ. Этому же противорѣчитъ и несомнѣнно жильное происхожденіе.

Полный анализъ, произведенный А. Э. Купффером, далъ:

Si_2O_4	Ti_2O_4	Al_2O_3	Fe_2O_3	Fe_2O_2	Mg_2O_2	Ca_2O_2	Na_2O	K_2O	H_2O	CO_2	P_2O_5
37,00	0,36	12,60	4,14	7,50	10,59	12.71	3,10	2,17	2,19	6,53	0,79
36,5	—	14,6	3,8	6,5	15,6	13,6	6,2	2,7	9,8	17,5	0.8 [1]

Порода вообще легко разлагается кислотами, а спеціально сѣрною кислотою разлагается почти безъ остатка (точнѣе остатокъ 0,56%).

Если придерживаться терминологіи Розенбуша, эту жильную породу придется отнести къ амфиболовымъ монхикитамъ. Но конечно одно наименованіе говоритъ еще очень мало; произведенный же анализъ указываетъ на сильное разложеніе породы съ значительнымъ образованіемъ вторичныхъ минераловъ, и вотъ это то обстоятельство весьма затрудняетъ истинную химическую характеристику и заставляютъ прибѣгнуть къ какой-нибудь гипотезѣ.

Если вычтемъ изъ состава 1,3 Ca_2O_2 на апатитъ, Ca_2O_2 и Mg_2O на доломитъ и пренебрежемъ водою (и титановою кислотою), то получимъ окончательно

K_2O	Na_2O	Ca_2O_2	Mg_2O_2	Fe_2O_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Si_2O_4
2,7	6,2	8,2	11,5	6.5	3.8	14.6	36,5
8,9		26,2			18,4		

Нанося по этимъ числамъ точку состава на діаграмму, найдемъ что порода по составу соотвѣтствуетъ оливиновымъ габбро, существенно отличаясь лишь въ отношеніи щелочей, и въ этомъ отношеніи скорѣе подходитъ къ эссекситамъ. По этой причинѣ можетъ быть пока и умѣстно сохранить за нею особое наименованіе монхикита.

Любопытно сопоставить ее съ типичною Кольскою жильною породою напр. № 152 d′ (изъ развѣтвляющейся сѣти тонкихъ жилокъ, пересѣкающихъ нефелиновыя породы на Турьинскомъ полуостровѣ), По анализу А. Р. Купффера ея составъ:

Si_2O_4	Ti_2O_4	Al_2O_3	Fe_2O_3	Fe_2O_2	Mg_2O_2	Ca_2O_2	Na_2O	K_2O	H_2O	$CaCO_3$	апатитъ
38,65	0,17	17,65	3,44	5,81	5,90	9,10	2,81	1,30	3,37	10,70	1,51
50,9	—	27,8	4,0	6,4	10,3	11,9	7,0	2,1			
		31,8		28,6			9,1				

Микроскопическое наблюденіе (какъ во всѣхъ случаяхъ) указываетъ на плотную разложившуюся основную массу, изрядное присутствіе свѣжихъ кристалликовъ свѣжаго авгита (въ другихъ препаратахъ чаще густыя скопленія иголокъ) и псевдоморфозы плагіоклаза, отъ котораго совсѣмъ не сохранилось свѣжей части. Вообще же въ основной массѣ иногда выдѣляется хлоритъ и кальцитъ.

Точка химическаго состава, какъ водны изъ діаграммы, очень близко къ точкѣ габбро 23′ (но уже не оливиноваго). Такую породу весьма естественно признать за столь распространенный типъ діабазоваго порфирита, какъ онъ былъ описанъ въ моемъ Бѣломорскомъ отчетѣ.

Въ моемъ Бѣломорскомъ отчетѣ описанъ изролитъ изъ Турьинскаго полуострова (№ 154), но не приведено анализа этой интересной и рѣдкой породы. Теперь я имѣю возможность пополнить этотъ пробѣлъ. Согласно анализу А. Э. Купффера составъ породы № 154а:

[1] Эта вторая строчка выражаетъ тотъ же составъ въ частичныхъ количествахъ.

[1] Въ Горномъ журналѣ за 1904 годъ.

въ ClH	$Si_2 O_4$	$Al_3 O_3$	$Fe_2 O_3$ [1]	$Fe_2 O_2$	$Mg_2 O_2$	$Ca_2 O_2$	$Na_2 O$	$K_2 O$	$H_2 O$	апатитъ	пирротинъ	титанитъ
растворен. .	11,19	9,49	1,35	〃	0,16	0,73	6,38	0,88	0,63	4,11	0,18	4,19
нераствор. .	30,29	3,41	12,20	〃	3,34	9,71	2,71	0,14	2,19	—	—	—
	41,48	12,90	13,55	〃	3,50	10,44	9,09	1,02				
	82,3	28,8	18,8	〃	9,6	22,4	35,0	3,1				
		〃	94	9,4	〃	〃	〃	〃				
		38,2		41,4			38,1					

Спеціальный анализъ на *FeO* показалъ ея столь значительное количество, что результатъ получился невозможнымъ [1]), а именно изъ него слѣдовало бы, 1) что частичное содержаніе щелочей больше чѣмъ содержаніе окисловъ третьей группы, а 2) что эгириновая составная часть вовсе отсутствуетъ, тогда какъ оптическое изслѣдованіе ясно опредѣлило густо-плеохроичный эгириновый авгитъ. На этомъ основаніи, чтобы приблизиться къ истинѣ, частичное количество 18,8 раздѣлено на двѣ равныя части. Какъ видимъ, при сдѣланномъ допущеніи вышло, что точка химическаго состава находится въ плоскости [10 10], а ближайшая точка линіи пироксеновъ дѣйствительно есть средняя точка, соотвѣтствующая эгириновому авгиту.

Отъ типичнаго ижолита № 25 наша порода отличается большимъ содержаніемъ и щелочей, и щелочныхъ земель.

На томъ же Турьинскомъ полуостровѣ не малое развитіе имѣютъ отчасти весьма крупнозернистыя біотитовонефелиновыя породы. Отчасти таковыя уже были описаны въ моемъ Бѣломорскомъ отчетѣ надъ № 152. Сюда между прочимъ относится и та самая порода № 152d, которая пронизана жилками діабазоваго порфирита № 152d.

Существенными минералами этихъ породъ являются нефелинъ и біотитъ (слабо окрашенный). Но къ этой комбинаціи присоединяется рядъ другихъ минераловъ. Въ нѣкоторыхъ пунктахъ къ ней присоединяется настолько значительное количесто апатитъ, что послѣдній становится какъ бы существеннымъ минераломъ. Нерѣдко въ нихъ является большая примѣсь плеоназта [1]) и небольшая примѣсь темно-бураго граната; иногда наблюдалась также примѣсь магнетита.

Есть разности, содержащія примѣсь эгириноваго авгита. Къ нимъ относится и та, для которой имѣется лучшій анализъ (какъ менѣе разложившейся), а именно:

въ ClH	$Si_2 O_4$	$Al_2 O_3$	$Fe_2 O_3$	$Fe_2 O_2$	$Mg_2 O_2$	$Ca_2 O_2$	$Na_2 O$	$K_2 O$	$H_2 O$	апатитъ	титанитъ	кальцитъ
растворен. .	23,84	13,88	3,61	6,75	2,57	1,66	5,36	1,14	3,01	1,75	0,25	9,14
нераствор. .	12,48	5,09	—	—	2,57	5,64	0,92	0,12	0,17	—	—	—
	36,32	18,97	3,61	6,75	5,14	7,30	6,28	1,26	3,18			
	75,9	45,4	5,7	11,8	16,2	16,1	25,4	3,5				
		51,1		44,1			28,9					

По частичнымъ числамъ послѣднихъ строчекъ на діаграмму нанесена точка химическаго состава, занимающая посреди другихъ породъ самостоятельное положеніе, почему относящійся сюда рядъ породъ дѣйствительно слѣдуетъ выдѣлить въ особую группу.

Любопытно сопоставить положенія точекъ обѣихъ породъ № 152d, чтобы видѣть рѣзкую разницу между ними въ химическомъ отношеніи, и прежде всего въ томъ, что главная порода относится къ фоянитотералитовому, а жильная къ діоритогабровому типу, почему онѣ изображены на соотвѣтственныхъ діаграммахъ.

Вообще біотитонефелиновыя породы принадлежатъ къ слишкомъ легко разлагающимся, почему нѣкоторыми анализами едва ли можно пользоваться непосредственно.

Поэтому я ограничусь приведеніемъ сырого анализа наиболѣе крупнозернистой разности этихъ породъ, отмѣченной въ коллекціи подъ № 152b.

[1]) Причина такой ненормальности кроется въ присутствіи въ породѣ возстановительныхъ составныхъ частей, и прежде всего въ нѣкоторомъ, хотя и небольшомъ содержаніи пирротина. Невозможность преобладанія щелочей надъ глиноземомъ слѣдуетъ изъ того, что въ породѣ не наблюдается и слѣда минераловъ группы содалита.

[1]) Въ довольно правильныхъ октаэдрахъ, какъ описано въ статьѣ „Замѣтка о нефелиновыхъ породахъ съ Бѣлаго моря“ (Изв. И. Академіи наукъ 1905 XXIII стр. 149).

	Si_2O_4	Al_2O_3	Fe_2O_3	Fe_2O_2	Mg_2O_2	Ca_2O_2	Na_2O	K_2O	H_2O	апатитъ
въ ClH растворен.	30.07	17,20	1,66	6,09	6.80	10.78	4,86	2.90	0,62	11,06
нераствор.	2.47	1,87	—	—	1,21	0.53	0,25	0,48	0,12	—
	32.54	19,07	1,66	6,09	8,01	11,31	5,11	3.38	0.74	

Какъ видимъ, это сильно разложившаяся порода (съ образованіемъ цеолитовыхъ минераловъ, замѣщающихъ нефелинъ), особенно богата содержаніемъ апатита. Она легко разсыпается, но все-таки сохранила связность своихъ крупныхъ кристаллическихъ элементовъ.

По обилію легкоразлагающихся щелочныхъ силикатовъ и содержанію апатита она какъ бы самою природою предназначается для цѣлей сельскохозяйственнаго примѣненія къ удобренію почвъ.

Какъ было объяснено сначала, раціональная классификація изверженныхъ породъ можетъ быть только минералогическая (а не химическая). По недостатку данныхъ я еще не считаю возможнымъ останавливаться въ настоящую минуту на опредѣленномъ предложеніи, которое должно основываться на раздѣленіи магмъ на нѣсколько основныхъ разрядовъ, причемъ въ каждомъ разрядѣ раздѣленіе должно обусловливаться опредѣленными раціональными плоскостями тетраэдрической схемы.

Въ видѣ исключенія аномальныя породы представляютъ продуктъ особеннаго, индивидуальнаго, стеченія обстоятельствъ, не могутъ войти въ рамки какой бы то ни было раціональной классификаціи, и въ то же время составляютъ особенно благодарный объектъ естественно-историческаго изученія, такъ какъ даютъ указанія на историческій ходъ событій, приведшихъ къ образованію данной индивидуальной породы; въ частности, каждая такая порода прежде всего указываетъ на ускоренный ходъ событій, такъ какъ аномальность породы есть результатъ недостаточности времени для поддержанія равновѣсія между магмою, какъ растворомъ, и выдѣлившимися и растворяющимися минералами.

Но за всѣмъ тѣмъ кромѣ минералогическаго состава приходится различать и другія внѣшнія условія, которыя обусловливаемъ структуру данной породы.

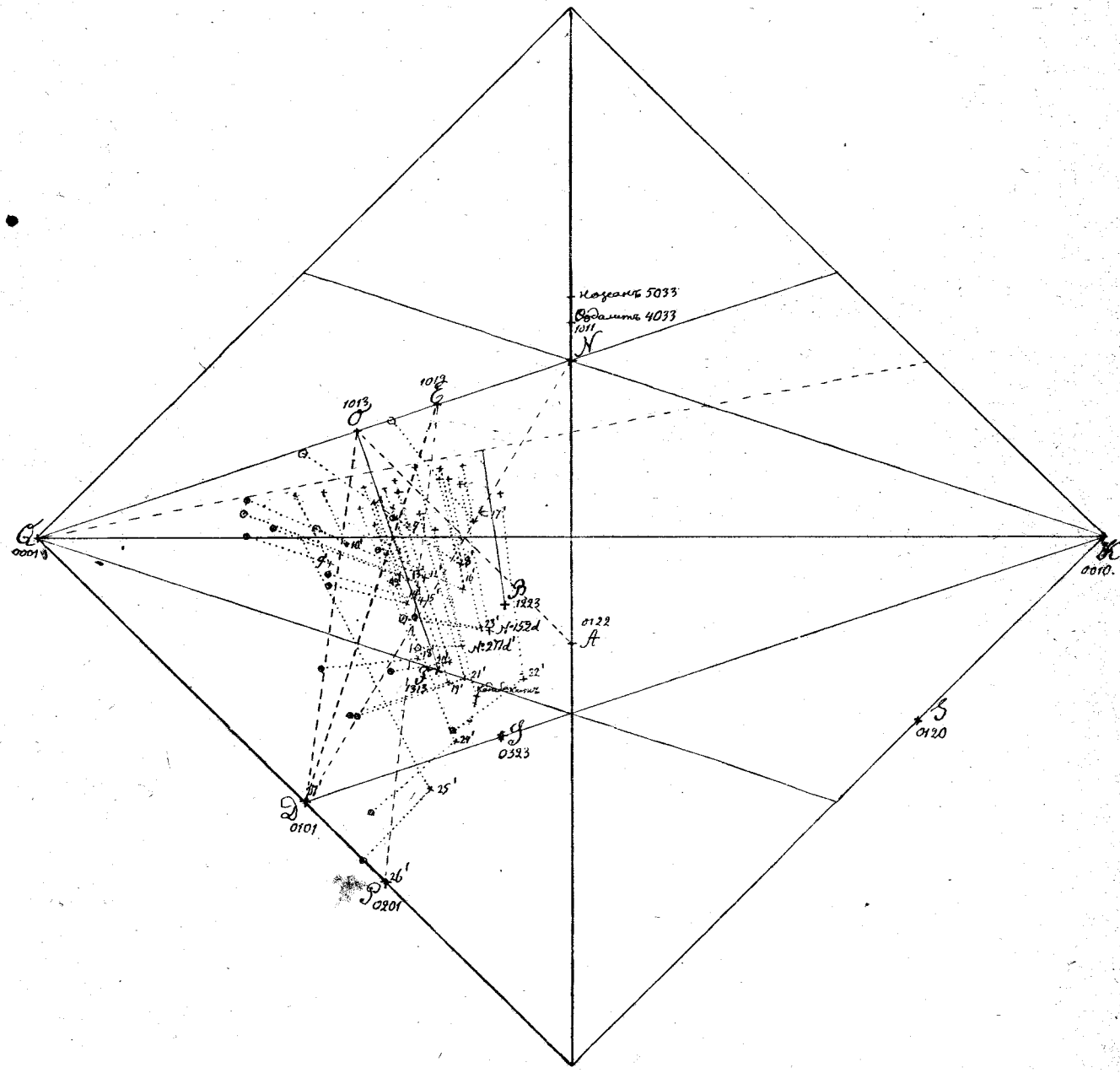
Вообще до сихъ поръ различали зернистую, друзитовую, порфировую и трахитовую структуру. Можетъ быть правильнѣе пока прямо по непосредственному наблюденію различать глубинныя, жильныя и эффузивныя породы. И въ такомъ случаѣ возникаетъ вопросъ, куда отнести породы друзитовой структуры, несомнѣнно глубинныя.

Вообще между глубинными, жильными и эффузивными породами нѣтъ того рѣзкаго раздѣленія, какъ между породами различнаго минералогическаго состава. Первыя связаны переходами всѣхъ ступеней, тогда какъ въ пограничныхъ по минералогическому составу нормальныхъ породахъ, прежде чѣмъ появляются слѣды минерала, принадлежащаго другой породѣ, нѣкоторый минералъ, характеризующій первую, долженъ раствориться. Поэтому мнѣ невольно представляется историческою ошибкою тотъ фактъ, что породы одинакового минералогическаго состава, но разной структуры [1]) получали разное наименованіе. По этой причинѣ было бы правильнѣе всегда поступать такъ, какъ я поступилъ съ кедабекитами, раздѣливъ ихъ на глубинные, жильные и эффузивные, но сохранивъ общее названіе, выражающее болѣе или менѣе опредѣленный минералогическій составъ. И какъ разъ наиболѣе рѣзкая разница по структурѣ проявляется именно между глубинными породами, проявляющимися въ видѣ зернистыхъ и въ видѣ друзитовъ. Отчего зависитъ эта болѣе рѣзкая разница, хотя и она смягчается переходами, которые мы прослѣживаемъ по южному берегу Кандалакскаго залива, начиная отъ дер. Кандалакши до гор. Кеми.

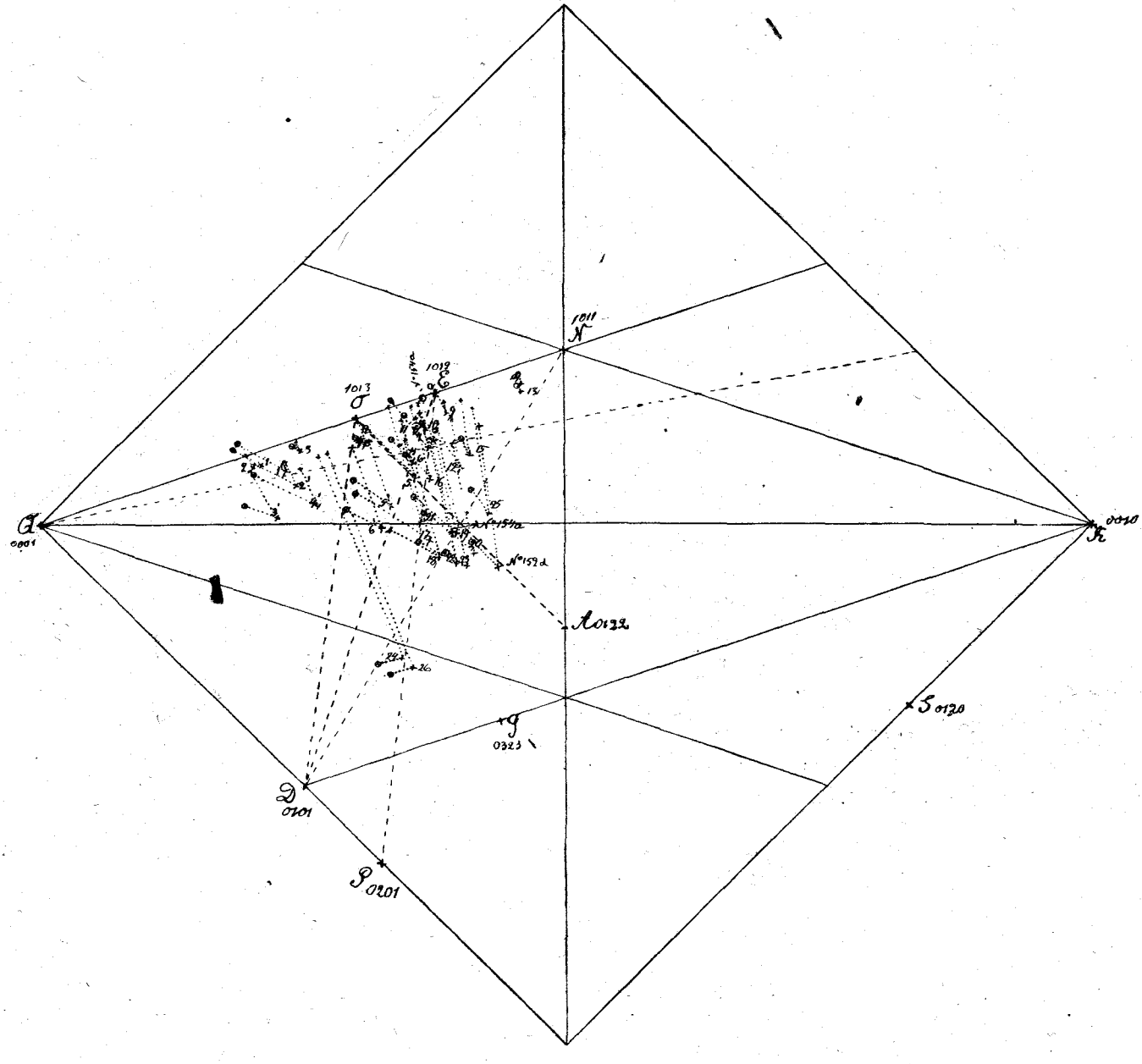
Дѣло въ томъ, что (какъ было упомянуто выше) факторъ давленія несомнѣнно играетъ нѣкоторую роль въ минералообразованіи изъ магмъ, но въ большинствѣ случаевъ роль его столь незначительна, что имъ почти можно пренебречь. Но вѣдь это означаетъ лишь, что мы можемъ до нѣкоторой степени, пренебречь имъ лишь до извѣстныхъ предѣловъ, даже до десятковъ тысячъ атмосферъ давленія, до какихъ только могъ достигать крайній человѣческій экспериментъ. Но вѣдь въ природѣ необходимо имѣли мѣсто и еще болѣе громадныя давленія, и о вліяніи ихъ мы уже рѣшительно не можемъ имѣть сужденія на экспериментальномъ основаніи. Между тѣмъ геологическое изслѣдованіе той области, въ которой въ видѣ линзъ и лакколитовъ въ гнейсовыхъ слояхъ вторглись друзиты, даетъ свидѣтельство о томъ, что

[1]) Наименьшее значеніе имѣетъ различеніе по текстурѣ (офитовая, панидіоморфная, гипидіоморфная, и т. п.), такъ какъ теперь доказано синтетическими опытами, что текстура (въ частности порядокъ выдѣленія минераловъ) зависитъ отъ относительнаго количества выдѣляющихся минераловъ.

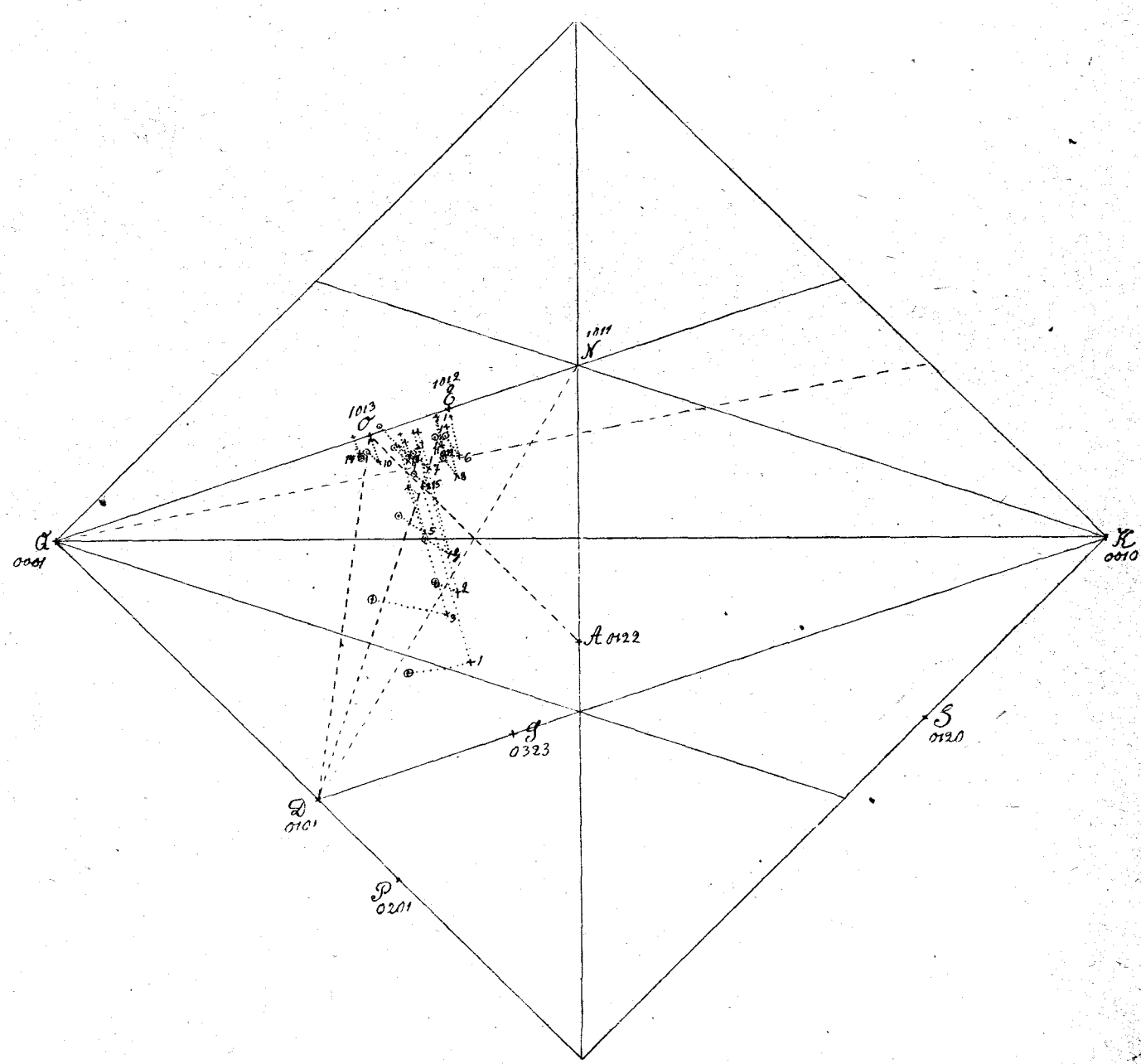
Фиг. 1.


Кордиеритъ 5033
Обманитъ 4033
1011
1012
1013
0001
0010
0122
1223
0323
0120
0101
0201
№152d
№27d'
Кордиеритъ

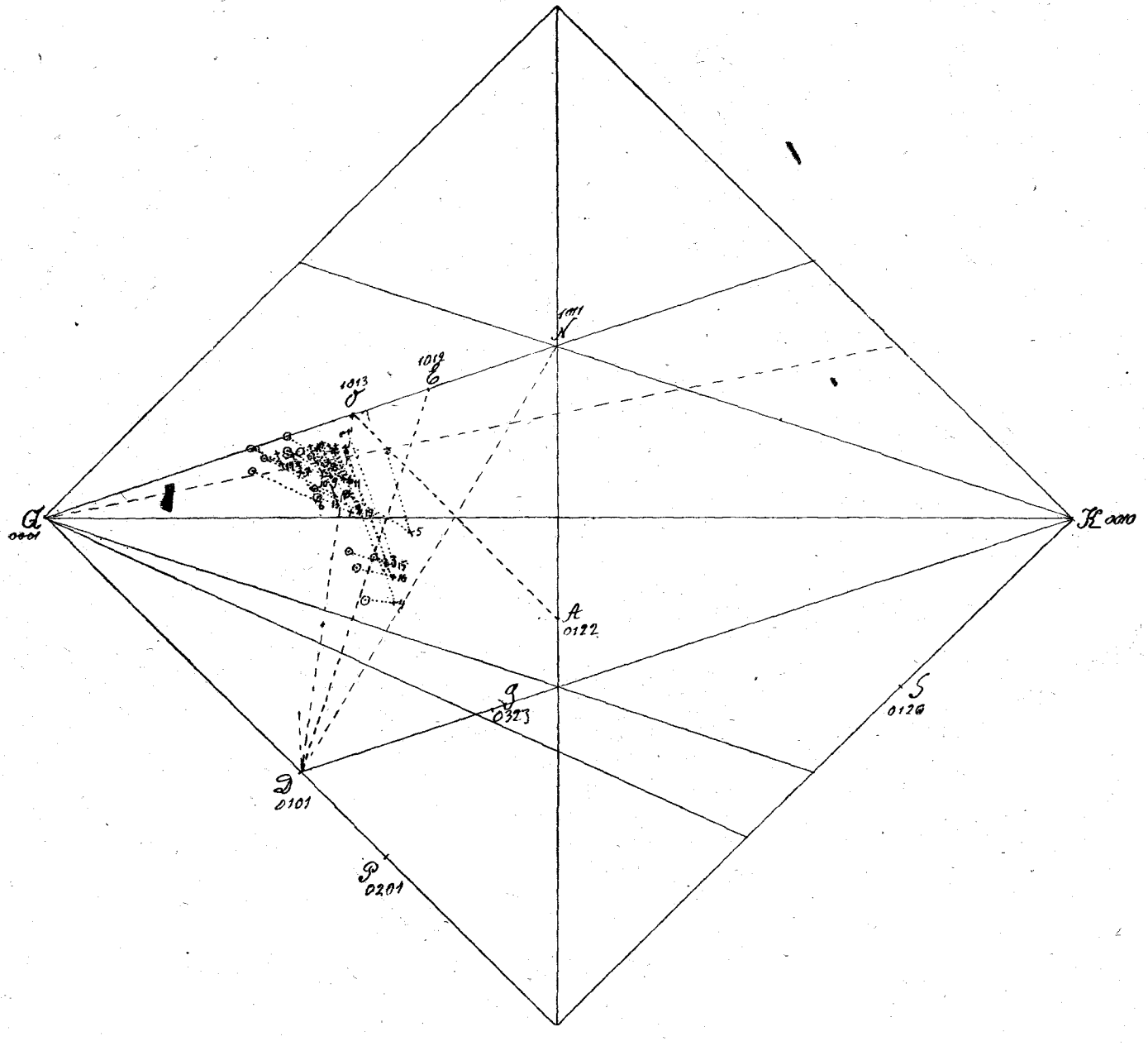
Фиг. 2.


1011
N
1013
σ
1019
G
0001
0010
K
N°154a
N°154d
A 0122
5 0120
9
0323
D
0101
S 0201

Фиг. 3.


1011
N
1012
E
1013
O
C
0001
K
0010
A 0122
g
0323
S
0120
D
0101
P
0201

Фиг. 4.



здѣсь именно были сосредоточены всѣ условія наибольшихъ давленій, какія только могли проявиться на породахъ, ставшихъ доступными нашему наблюденію.

Основанія этого я здѣсь опускаю и позволяю себѣ сослаться на свой Бѣломорскій отчетъ, изъ котораго видно, что посредине Кандалакскаго залива проходитъ громадный сбросъ, опустившаяся часть котораго есть сѣверная и что слѣдовательно въ южной части обнажены наиболѣе глубокія нѣдра земли, какія только вообще мы гдѣ-нибудь наблюдали на нашей планетѣ [1]).

И вотъ я считаю вполнѣ позволительнымъ привести эти два обстоятельства (абиссальное давленіе и друзитовую структуру) въ причинную связь, руководствуясь физико-химическими соображеніями, относительно правильности которыхъ и желательно выслушать мнѣніе спеціалистовъ.

Дѣло въ томъ, что существенное отличіе друзитовой структуры въ томъ, что минералъ, выдѣлившійся однажды, второй разъ уже не выдѣляется. Это выдѣленіе происходитъ въ одинъ пріемъ и вполнѣ, а это показываетъ на возникшую при извѣстныхъ условіяхъ (очевидно, при общемъ охлажденіи магмы) нерастворимость этого минерала въ магмѣ (по крайней мѣрѣ практическую нерастворимость, то есть такую растворимость, какую можно пренебречь). Отъ этого зависитъ и то, что выдѣляющійся впослѣдствіи другой минералъ не появляется самопроизвольно изъ магмы, а облекаетъ зерна, образовавшіяся раньше и свободно плавающія въ магмѣ; частичное выдѣленіе прежняго минерала представило бы для этого препятствіе.

Для силикатовъ же, плотность которыхъ больше, когда они выдѣляются въ кристаллическомъ видѣ (въ противоположность льду и т. п.), повышеніе давленія конечно и должно уменьшать растворимость, а потому при особо громадныхъ давленіяхъ вполнѣ допустимо наступленіе практической нерастворимости [1]). Но конечно, различающій структуру факторъ есть въ данномъ случаѣ количественный, почему, какъ и есть на дѣлѣ, должны наблюдаться и переходы между друзитовою и обыкновенною зернистою структурою.

Итакъ, съ этой точки зрѣнія, кромѣ минералогическаго состава мы должны различать еще породы эффузивныя, жильныя, глубинныя и абиссальныя (друзиты).

Въ заключеніе упомяну какъ о наиболѣе систематичной изъ весьма многочисленныхъ попытокъ основать классификацію изверженныхъ породъ на относительномъ количествѣ составныхъ частей на коллективную попытку американскихъ петрографовъ (Wh. Cross, T. Iddings, L. Pirsson, H. Washington), произведенную въ сочиненіи „Quantitative Classification of Igneous Rocks“ .Chicago 1903.

Въ этой попыткѣ сначала опредѣляется присутствіе опредѣленнаго цикла минераловъ, которые по ихъ теоретическому составу вычисляются въ количественномъ отношеніи. Затѣмъ общая сумма расчленяется на части, и классификація основывается на опредѣленныхъ ихъ отношеніяхъ.

За характеристику *класса* принимается отношеніе сумма фельдшпатовыхъ минераловъ вмѣстѣ съ кварцемъ къ суммѣ остальныхъ; за характеристику *порядка* принимается отношеніе количества кварца къ суммѣ фельдшпатовыхъ, а если нѣтъ кварца, то отношеніе фельдшпатоидовъ къ полевымъ шпатамъ; за характеристику *разряда* (rang) принимается отношеніе суммы щелочей къ CaO; наконецъ за характеристику *подразряда* (subrang) — отношеніе K_2O къ Na_2O. Пока опустимъ приводимыя иногда еще болѣе детальныя характеристики.

За этою попыткою послѣдовала попытка тѣхъ же авторовъ количественно выразить разнообразіе горныхъ породъ и въ разныхъ другихъ отношеніяхъ напр. въ статьѣ „The Texture of Igneous Rocks“ (Journal of Geology XIV 1966).

---

[1]) Съ южной стороны подобный же грандіозный сбросъ констатированъ въ нижней части долины р. Кеми.

[1]) Въ виду того, что степень растворимости опредѣляетъ степень важности даннаго минерала для характеристики породы, ясно, что для друзитовъ существенно отличны сами критеріи различенія породъ, и самый порядокъ выдѣленія минераловъ долженъ быть всегда одинъ и тотъ же, что въ дѣйствительности и наблюдается.