

## О новых законах полевошпатово-кварцевых проростаний граффирирового типа.

Из Геологического Кабинета Томского Технологического Института.

(С 5 чертежами).

При петрографической обработке материала по молодым излияниям изверженных пород в Киргизской степи я имел случай натолкнуться на несколько законов образования микропегматитовых вростков кварца в полевошпате, причем они обнаруживают весьма ясную связь с кристаллографическими свойствами обоих минералов. Из этих законов три оказались новыми, еще не описанными в известной мне литературе вопроса.

Порода штуфа (и шлифа) № 16—237. представляет собою среднезернистый, несколько порфирировидный кварцевый авгитовый диорит, состоящий из гипидиоморфно-зернистого агрегата апатита, магнетита, розовато-фиолетово-серого титанистого авгита, мелко-чешуйчатого биотита (очень мало), чрезвычайно резко—и тонко-зонарного порфирировидно выступающего плагиоклаза с тонкой двойниковой штриховатостью; плагиоклаз иногда оторочен каймой анортклаза или микропегматитовых сростаний последнего с кварцем; последними выкристаллизовывались анортклаз, кварц и микропегматитовые их сростания, принимающие довольно существенное участие в составе породы.

Этот диорит слагает невысокую сопку в Ю. части гор Семей-тау (в 60 верстах к ЮЗ от Семипалатинска), находящуюся в 5 вер. к Ю от поселка Петроград и в 8 вер. к В от села Знаменского, являясь гипабиссальной фацией или, быть может, даже корневой частью развитых в Семей-тау авгитовых липаритов и авгитовых анезитов. Во всяком случае, окончательное застывание описываемого диорита происходило на глубине, не превышавшей 300 м., считая от современной извержению дневной поверхности, а скорее всего на глубине, меньшей даже 200 м.

Обилие граффирировых сростаний и размеры кварцевых вростков, допускаящие довольно точное определение их ориентировки с помощью универсального метода *Е. С. Федорова*, побудили меня заняться ближе изучением этих сростаний. В самом деле, казалось, что в условиях быстрой кристаллизации граффирировых эвтектик в вязкой, бедной минерализаторами среде законы проростаний обоих минералов могут оказаться иными сравнительно с установленными ранее главным образом академиком *А. Е. Ферсманом* на письменных структурах пегматитов<sup>1)</sup>, а именно, отличаться от последних меньшей правильностью геометрических взаимоотношений кристаллических решеток обоих минералов. Вероятно, в этом же смысле следует понимать и предположение *Ф. Ю. Левинсона—Лессинга*<sup>2)</sup> о различной природе письменных структур пегматитов и полевошпатово-кварцевых эвтектик. В действительности же оказалось, что хотя и были найдены, наряду с уже известными, новые законы, но геометричность, правильность последних ничуть не меньше, чем у старых законов, и что, с чисто кристаллографической точки зрения, разницы между обоими типами письменных структур по видимому нет, если только отвлечься

<sup>1)</sup> *А. Е. Ферсман*. Письменная структура пегматитов и причины ее возникновения.— Известия Российской Академии Наук. 1915 г. 1211—1228.

<sup>2)</sup> *Ф. Ю. Левинсон—Лессинг*. Успехи петрографии в России.— Издание Геологического Комитета. П.В., 1923; 56.



навливаются с некоторым колебанием; однако, согласие средних величин не оставляет желать лучшего. Спайность по (010) выражена в виде трещинок, не идущих вполне прямо, а составленных из ступенчато соединяющихся отрезков, чем и объясняются колебания в измерениях спайности; спайность же по (001), несмотря на большой угол наклона, выражена очень отчетливо. Из чертежа легко вывести и углы погасания на плоскостях спайности, а именно—

Углы погасания:

$$\angle \text{Nr} : (001) \text{ на } (010) = \sim 2^\circ.$$

$$\angle \text{Nr} : (010) \text{ на } (001) = \sim 0^\circ.$$

По углу оптических осей данный полевой шпат относится к аноклазу, являющемуся представителем щелочных полевых шпатов и в липаритах Семейтау; правда, данное зерно несколько уклоняется от обычного типа аноклаза, будучи сходно в этом отношении с полевым шпатом из Lille Frogner <sup>1)</sup> с повышенным содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  и с малым количеством  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Что касается до кварцевых вростков, то первый из них—пластинчатый—оказывается действительно вытянутым по плоскости второго пинакоида, причем нормальное к шлифу главное сечение имеет координату  $N = 241^\circ$  и оптическая ось наклонена в нем к наблюдателю под углом около  $44^\circ$  (по приведении к показателю преломления сегментов  $n = 1,52$  получим величину  $43^\circ$ ). <sup>2)</sup> Если теперь обратиться к чертежу 4, где нанесены в гномостереографической проекции грани и пояса исследованного полевого шпата (для простоты построения приняты геометрические константы ортоклаза) и в граммостереографической проекции оси наблюдавшихся мною кварцевых вростков (обозначены тройными кружками и знаком  $Q_i$ , где  $i$ —отвечает порядковому № вростка), то видно, что ось вростка  $Q_{11}$  в пределах точности графических построений и наблюдений может считаться совпадающей с граммостереографической проекцией пояса [210], проходящего через грани (120) и (001) полевого шпата, с которым поэтому совпадает призматический пояс кварца. При этом с плоскостью (010) почти (а может быть и вполне) точно может совпасть одна из граней ромбоэдра кварца.

Второй вросток имеет для перпендикулярного к шлифу главного сечения координату  $N = 330^\circ$ , и оптическая ось в нем наклонена к наблюдателю под углом около  $65^\circ$  или, после исправления на разницу показателей преломления кварца и стекла сегментов,  $63^\circ$ . При перенесении на диаграмму черт. 4 мы получаем весьма замечательную закономерность по отношению к полевному шпату. Именно, если провести малый круг, отстоящий от точки  $Q_{12}$  на  $52^\circ$  и являющийся геометрическим местом возможных гномостереографических проекций граней главных ромбоэдров кварца, то этот круг пройдет через полюсы граней (110), (011), (203), (111), (121) и (120) и весьма близко от полюса грани (211) полевого шпата. Принявши, что одна из граней ромбоэдра кварца совпадает с (110), и проводя чрез  $Q_{12}$ , как чрез полюс, меридианы, отстоящие друг от друга на  $60^\circ$ , мы тотчас увидим, что остальные грани обоих ромбоэдров будут совпадать соответственно с гранями (211) (почти полное совпадение), (011), (203), (121) (полное совпадение), как это показано на чертеже, где полюсы предполагаемых граней ромбоэдра обведены пунктирными кружками. Таким образом грани ромбоэдров кварца совпадают с целым рядом важных граней полевого шпата.

Кроме этого были исследованы еще два зерна аноклаза с такими же микропегматитовыми вростками кварца. Одно из них округло-овальной формы, почти сплошь выполнено последними, образующими здесь всего два индиви-

<sup>1)</sup> J. D. Dana. The System of Mineralogy. 6-th Ed. —New—York, 1901, 324—325.

<sup>2)</sup> Из-за тонкости вростка точно угла установить нельзя.

дуума. Первый индивидуум (в общем порядке обозначенный № 3) сильно преобладает, и составляющие его вростки располагаются сначала параллельными друг к другу полосками, которые к концу расширяются и расходятся, кудряво завиваясь, так что общий узор напоминает греческую пальметту; это впечатление еще более усиливается благодаря тому, что на месте завитков пальметты располагаются прихотливо изогнутые вростки второго индивидуума (№ 4). Результаты измерений полевого шпата представлены таблицей 2. При данной ориентировке измерения производятся довольно легко, хотя при установлении плоскости эллипсоида, перпендикулярной Nm, был применен и ставроскопический окуляр. Так как видна только одна спайность по (001), то

Шлиф № 16—237.

Таблица 2.

Анортоклаз.

| ПЛОСКОСТИ ЭЛЛИП. ОИДА. |           |           |                        | СПАЙНОСТЬ.           |           |           |           |
|------------------------|-----------|-----------|------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| №.                     |           | №.        |                        | по (001).            |           | по (010). |           |
| Отсчет N.              | Наклон H. | Отсчет N. | Наклон H.              | Отсчет N.            | Наклон H. | Отсчет N. | Наклон H. |
| 222 <sup>1/2</sup> °   | пр. 19°   | 317°      | пр. 8°                 | 232 <sup>1/2</sup> ° | пр. 19°   | —         | —         |
|                        |           | 315°      | пр. 12°                |                      |           |           |           |
|                        |           | 317°      | пр. 9 <sup>1/2</sup> ° |                      |           |           |           |
| 222 <sup>1/2</sup> °   | пр. 19°   | 316°      | пр. 10°                | 232 <sup>1/2</sup> ° | пр. 19°   | —         | —         |

Оптические оси: A—к себе 55°    2V—50°  
55°  
55°

высчитать углы погасания нельзя. Впрочем, из чертежа 2 видно, что этот угол на плоскости второго пинакоида (010) составляет около 10°. Воспользовавшись данными изучения следующего зерна, можно и здесь ориентировать кварцевые вростки, измерения над которыми дали следующие результаты.

Вросток № 3. Главное сечение  $N = 308^\circ$ , угол наклона оптической оси к себе, очень велик. Чтобы все-таки определить положение этой оси, найдены еще два главных сечения, уже не перпендикулярных к шлифу: I.  $N = 299^\circ$ ,  $H = \text{пр. } 20^\circ$  и II.  $N = 317\frac{1}{2}^\circ$ ,  $H = \text{л. } 21^\circ$  (поправки на показатель преломления при таких  $H$  не нужны). Положение оптической оси определяется очень хорошо, как видно из чертежа.

Вросток № 4. Перпендикулярное к шлифу главное сечение:  $N = 268\frac{1}{2}^\circ$ . Оптическая ось наклонена от себя под углом  $41^\circ$ <sup>1)</sup> или, с поправкой на показатель преломления,  $-40^\circ$ . Для проверки взято косое к шлифу главное сечение:  $N = 248\frac{1}{2}^\circ$ ,  $H = \text{л. } 16^\circ$ . Как видно из чертежа, совпадение результатов превосходное.

Угол между осями вростков  $Q_{13}$  и  $Q_{14}$ , измеренный помощью треножного циркуля, равен  $97^\circ$  или другими словами  $83^\circ$ , что весьма близко к углу  $84^\circ 33'$ , который образуют оси хорошо известного двойника кварца по грани (2221)<sup>2)</sup>. После же перенесения на чертеж 4, мы видим, что и тот, и другой вростки отвечают Адун-Чилонгскому закону А. Е. Ферсмана, причем собственно вросток № 3 является уже переходным к ориентировке по Мурзинскому закону<sup>3)</sup>.

1) Среднее из трех отсчетов:  $42\frac{1}{2}^\circ$ ,  $39^\circ$  и  $42\frac{1}{2}^\circ$ .

2) Здесь и в дальнейшем для гексагональных кристаллов употребляются символы Е. С. Федорова.

3) А. Е. Ферман, *op. cit.*, 1214 и 1215.



по отношению к которому надлежаще ориентирован эллипсоид данного аноклаза по данным последнего зерна, как наиболее типичного, оказывается, что ось кварцевого востка совершенно строго совпадает с поясом, проходящим

через грани  $(1\bar{2}0)$  и  $(0\bar{1}2)$ , или: 
$$\begin{array}{c|cc|c} 1 & 2 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ & \times & \times & \times & & \\ 0 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 \end{array} = [421].$$
 Плоскости  $\beta$  и  $\gamma$

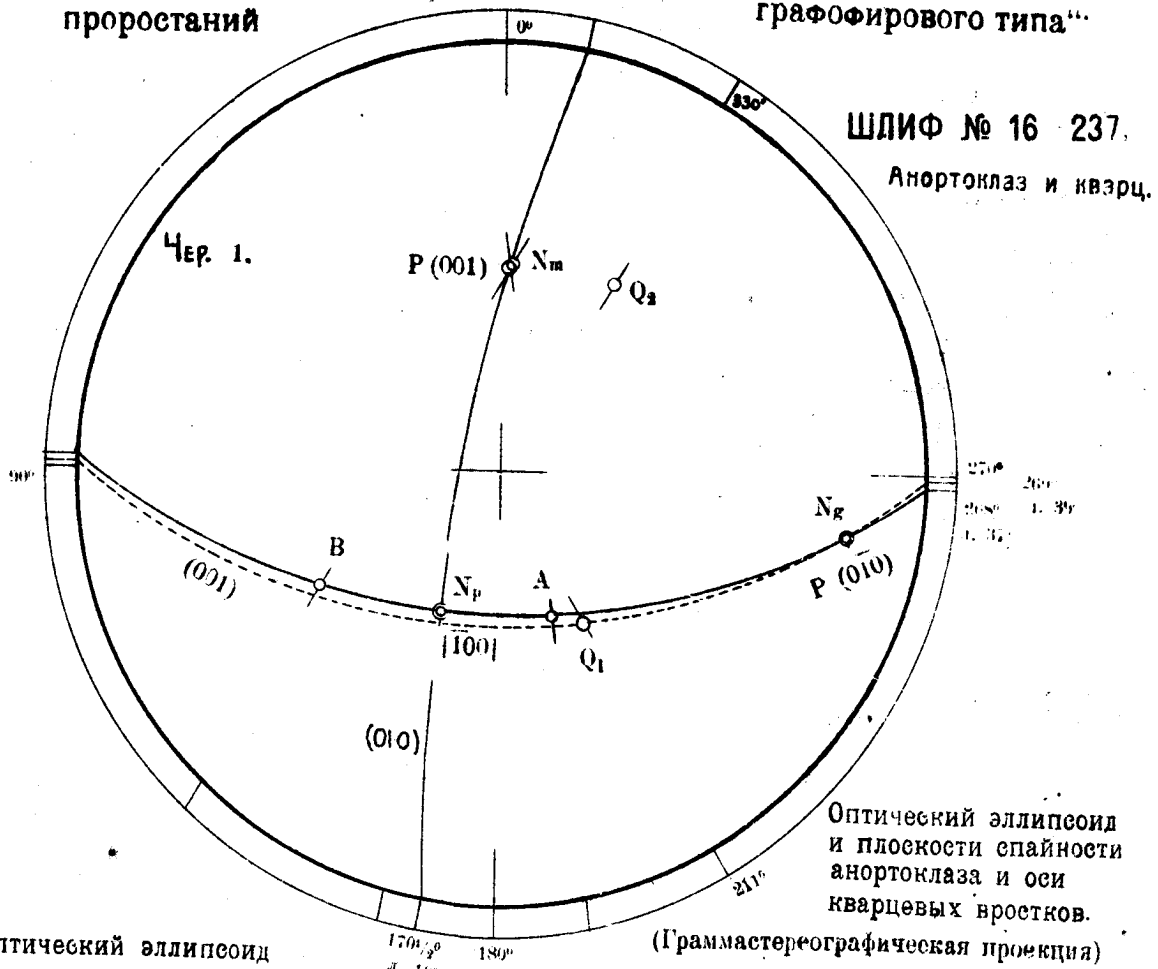
ограничивающие востки, оказываются возможными гранями полевого шпата, а именно:  $\beta$  совпадает (почти) с гранью  $(1\bar{2}2)$ ,  $\gamma$  — (точно) — с  $(123)$ .

Особенно замечательным представляется то обстоятельство, что почти все первостепенной важности грани кварца при данной ориентировке совпадают с возможными гранями полевого шпата, как это указано на диаграмме, где грани кварца обозначены пунктирными кружками. Так, грани призмы кварца  $(010\bar{1})$ ,  $(0110)$ ,  $(0011)$  и  $(0\bar{1}01)$  совпадают соответственно с гранями  $(1\bar{2}0)$ ,  $(012)$ ,  $(344)$  и  $(1\bar{2}0)$  полевого шпата, причем для двух средних граней наблюдаются, правда, отклонения от совпадения в  $1^\circ$  —  $2^\circ$ . Еще лучшее совпадение граней ромбоэдров:  $(\bar{1}10\bar{1})$  совпадает точно с  $(010)$ ,  $(\bar{1}110)$  — с  $(\bar{2}43)$ ,  $(1011)$  — с  $(403)$  и  $(\bar{1}101)$  — приблизительно с  $(\bar{3}10)$ . Грань  $(1110)$  совпадает точно с  $(524)$  и только для грани  $(1011)$  кварца не находится грани полевого шпата с достаточно простым символом. Даже грани  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  получают рациональные символы кварцевых граней\*  $\alpha$ , как совпадающая с  $(010)$  —  $(\bar{1}101)$ ,  $\beta$  —  $(175\bar{2})$  и  $\gamma$  —  $(4352)$ . Сравнивая результаты, приведенные выше, с законами письменных проростаний в пегматитах, установленными А. Е. Ферсманом (ср. чертеж 5, представляющий воспроизведение установленных А. Е. Ферсманом закономерностей согласно его собственной диаграмме, дополненной отмеченными крестиками законами, здесь записанными), мы видим, что законы, №№ 1, 2 и 5 являются новыми, тогда как №№ 3 и 4 находятся на диаграмме А. Е. Ферсмана, но, с другой стороны, между новыми и старыми законами нет решительно никакой принципиальной разницы в отношении правильности геометрических соотношений пространственных решеток обоих минералов, причем новые законы не меньше, а может быть, даже более выдержаны геометрически, чем старые. Последний результат является несколько неожиданным, ибо, как указывалось выше, в эвтектических бедных минерализаторах структурах следовало бы скорее встретить случайные группировки. Поэтому можно думать, что кристаллические атомные решетки кварца и полевого шпата стоят в таком отношении, что вообще способны очень легко приспособляться друг к другу в различных ориентировках, и эта-то близость их дает возможность обоим минералам образовывать правильные сочетания в самых различных условиях. Последним обстоятельством и следует объяснить частое нахождение именно кварцево-ортоклазовых графофировых структур.

Исследованный в оптическом отношении аноклаз третьего зерна отличается от обычного аноклаза тем, что имеет на плоскости третьего пинакоида угол погасания с противоположным обычному направлением. Это не зависит от ошибок наблюдения: для более точного положения трещинки спайности я применил объектив № 3 (работа шла на большом микроскопе E. Leitz с универсальным столиком фирмы R. Fuess), причем, чтобы увидеть зерно, поместил между верхним сегментом и объективом капельку воды, устроив, таким образом, своеобразную иммерсионную систему. Для определения плоскости эллипсоида был применен ставроскопический окуляр, причем вставляя еще гипсовую и слюдяную пластинки<sup>1)</sup>, я пробовал создавать различные интерференционные цвета. И все-таки, никак не удавалось для трещинки спайности получать наклонов столика, *больших*  $9^\circ$ , а для плоскости эллипсоида — *меньше*

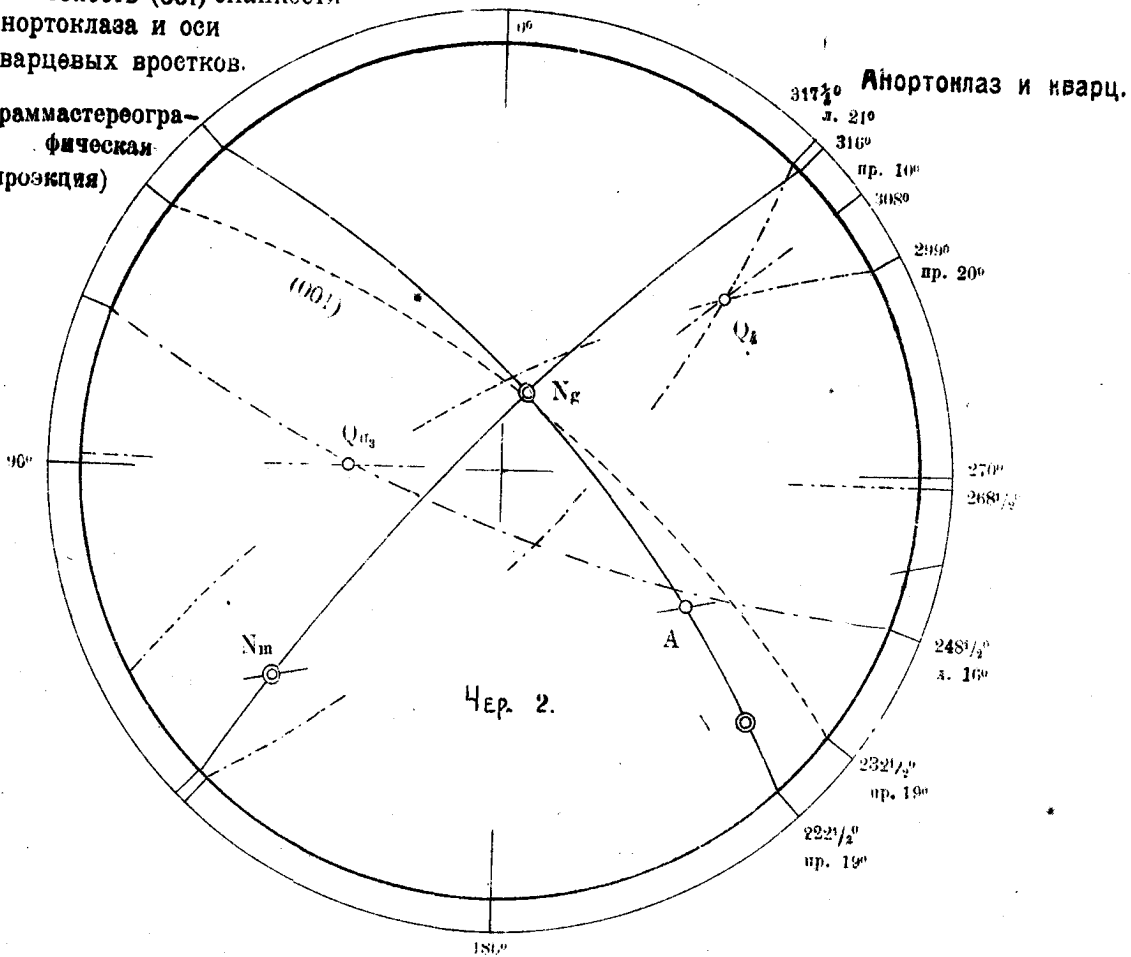
<sup>1)</sup> В положении погасания.

К статье Н. Н. Горностаева: „О новых законах полевошпатово-кварцевых проростаний графофирового типа“



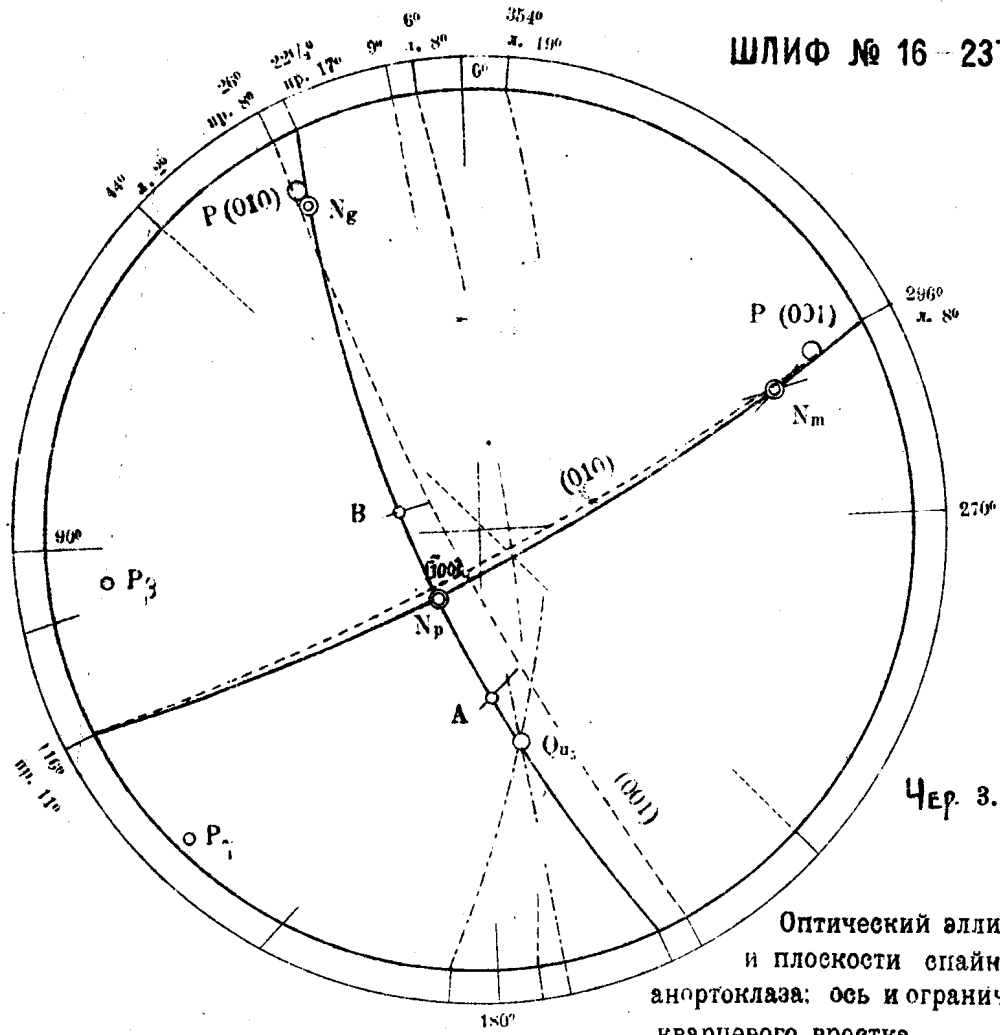
Оптический эллипсоид и плоскость (001) спайности анортоклаза и оси кварцевых вrostков.

(Граммастереографическая проекция)



К статье Н. Н. Горностаева: „О новых законах полевошпатово-кварцевых проростаний графопирирового типа“.

ШЛИФ № 16 - 237.

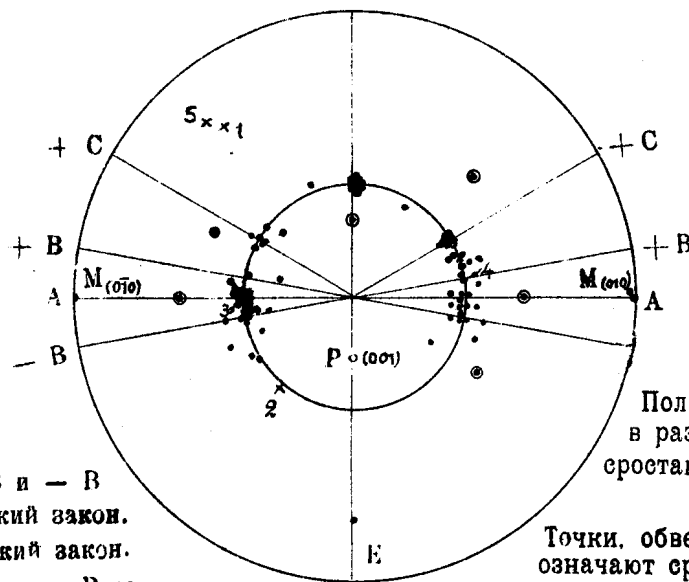


Чер. 3.

Оптический эллипсоид и плоскости спайности анортоклаза; ось и ограничения кварцевого врослка.

(Грамматереографическая проекция)

Rose.



Чер. 5.

Положение осей кварца в различных письменных сростаниях с полевым шпатом.

Точки, обведенные кружками, означают сростания с кислыми плагиоклазами (по А. Е. Ферману).

Крестики при цифрах 1, 2 и 5 — оси новых законов.

Стрелки при цифрах 3 и 4 указывают оси наблюдавшихся старых законов

Между + В и - В  
- Адун - Чилонгский закон.  
+ С -- Мурзинский закон.  
Rose - закон Розе.

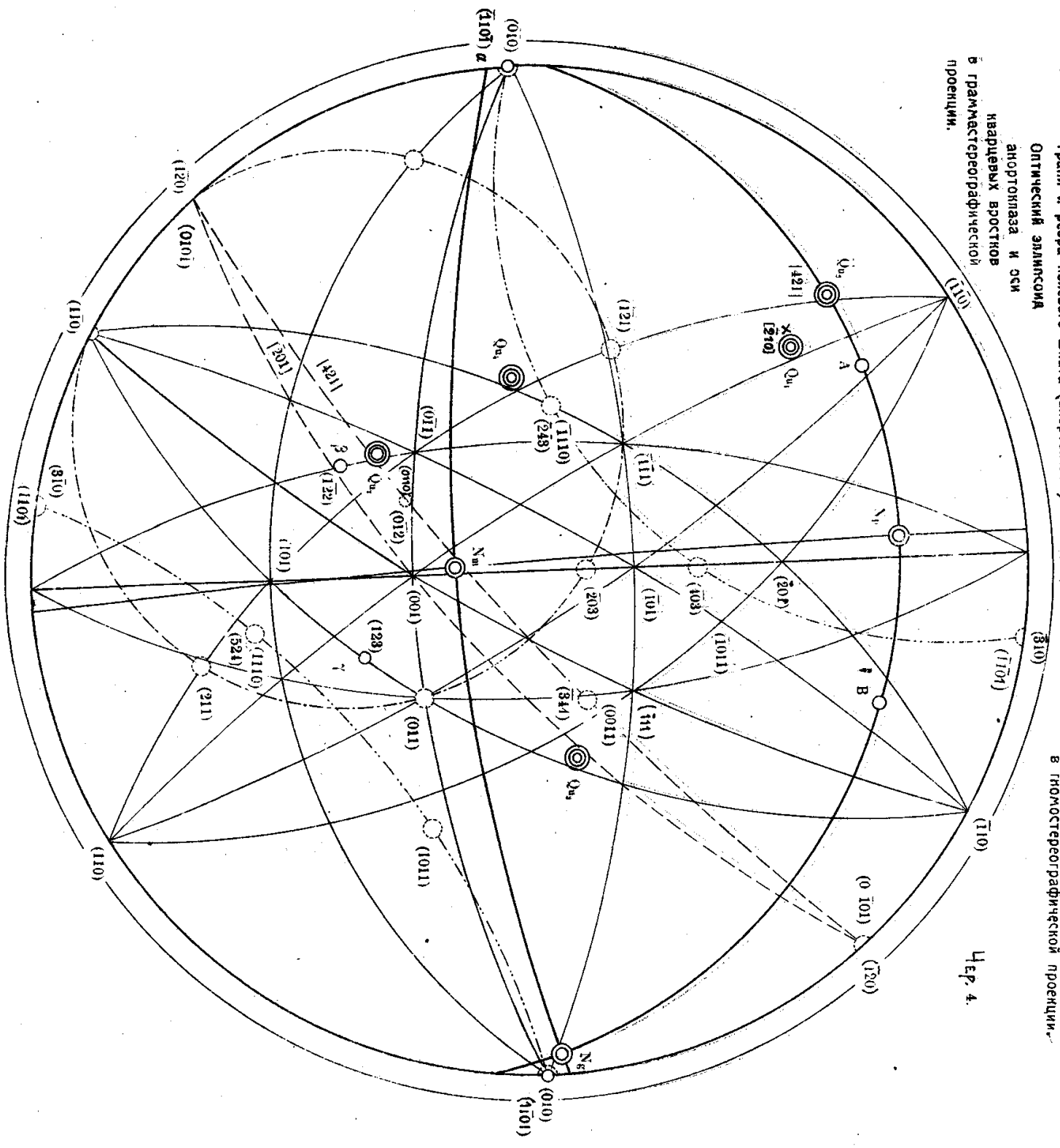


Н статье Н. Н. Горностаева. „О новых законах полевошпатово-кварцевых проростаний графитоидного типа.“

Грани и ребра полевого шпата (анортклаза)  
 Оптический эллипсоид  
 аноктоклаза и оси  
 кварцевых вростков  
 в гномостереографической  
 проекции.

в гномостереографической проекции.

Чер. 4.



*μ* = 0, среднее же, при многократных отчетах, совпадало с приведенными в таблице числами. Поэтому приходится признать, что данный аноклаз обладает небольшим, но отрицательным углом погасания на плоскости (001). Если сравнить оптические данные аноклазов с химическими, то можно заметить, что малая величина (положительного) угла погасания связана с повышением содержания СаО (или К<sub>2</sub>О)<sup>4)</sup>, и не исключена возможность, что в данном случае имеется разность, особенно богатая аноклитовой частью (или, наоборот, ортоклазовой), что выяснится, конечно, только после надлежащего химического исследования.

Томск, апрель 1924.

4) Ср., например, *Hints*, Handbuch der Mineralogie, II, 1419—1425.