ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

4. Нѣкоторые новые приборы и пріемы универсально-оптическаго метода изслѣдованія.

1. Сегменты въ металлической оправѣ 2. Вращающійся компараторъ 3. Измѣреніе толщины шлифа 4. Полусфера для графическихъ рѣшеній.

В. В. Никитина.

(*съ 7 фигурами въ текстѣ*).

(Доложено 2-го апрѣля 1907-й года).

Задачей настоящей краткой замѣтки является опубликованіе нѣсколькихъ новыхъ приспособленій и пріемовъ, введенныхъ мной при работахъ по универсально-оптическому (въ просторѣчьи Федоровскому) методу микроскопическихъ изслѣдованій и получившихъ уже нѣкоторыя права гражданства среди лицъ, работающихъ по этому методу.

1) *Сегменты въ металлической оправѣ.*

По предложенію геніальнаго творца метода изслѣдуемое зерно препарата помѣщалось между сегментами, діаметромъ 7—10 миллиметровъ, наклеиваемыми на предметное стекло препарата (верхній сегментъ) и на стекло столика (нижній сегментъ) глицериномъ.

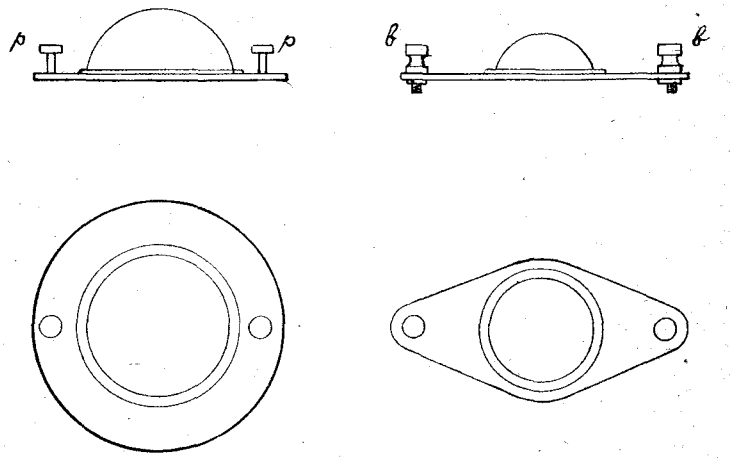
Прикрѣпленіе глицериномъ, конечно, относительно непрочно. Сегменты могутъ быть смѣщены неосторожнымъ прикосновеніемъ или сползаютъ при наклонѣ и подъ давленіемъ собственной тяжести, если наблюдатель взялъ при наклеиваньи глицерина больше, чѣмъ нужно.

Это обстоятельство заставляло искать способа сдѣлать укрѣпленіе сегментовъ болѣе прочнымъ. Вопросъ былъ рѣшенъ снабженіемъ сегментовъ металлической оправой съ винтами, прочно прикрѣпляющими сегментъ къ металлической оправѣ столика. Въ виду того, что оправа, отнимая часть поверхности сегмента, уменьшало предѣльный уголъ наблюденія, пришлось сегментамъ придать большіе размѣры.

Нижнему сегменту мы всегда придаемъ діаметръ = 20 миллиметрамъ, верхнему же или тоже 20 миллиметровъ съ предѣльнымъ угломъ наблюденія въ каждую сторону 72°, или чаще 14 миллиметровъ съ предѣльнымъ угломъ около 68°. Послѣдній размѣръ можно больше рекомендовать, такъ какъ онъ допускаетъ примѣненіе болѣе сильныхъ объективовъ и, только немного съуживая предѣлы наблюденія (136° вмѣсто 144°), больше открываетъ края шлифа и тѣмъ дѣлаетъ болѣе удобнымъ передвиженіе его, когда сегменты уже надѣты. Передвиженіе это необходимо для приведенія изслѣдуемаго зерна къ центру, если при надѣваніи верхняго сегмента препаратъ сдвинулся.

Въ цѣляхъ того же болѣе удобнаго перемѣщенія препарата между сегментами полезно придавать предметному стеклу не круглую, а квадратную форму.

Фиг. 1.



Фиг. 1 представляетъ чертежъ сегментовъ, изготовленныхъ по нашему чертежу фирмой R. Fuess.

Нижній сегментъ снабженъ плоскимъ металлическимъ кольцомъ такого діаметра, чтобы оно свободно входило въ кольцевую обойму универсальнаго столика, поддерживающую вращающійся стеклянный

кругъ столика. Передъ накладываніемъ на стекло сегмента помѣщается небольшая капля глицерина, послѣ чего сегментъ вкладывается въ обойму и слегка прижимается къ стеклу столика. Прилипаніе прочно удерживаетъ его на мѣстѣ и нужно замѣтное усиліе, чтобы оторвать сегментъ отъ стекла за ручки *p p*.

Верхній сегментъ накладывается послѣ того, какъ препаратъ уже установленъ [1]) и зерно, которое мы намѣрены изслѣдовать, приведено къ центру.

На плоскую поверхность сегмента предварительно также наносится небольшая (около 2 куб. миллиметр.) капля глицерина.

Винты *b.b.* задѣланы въ оправѣ такъ, что они свободно вращаются, не выпадая изъ нея. При накладываніи сегментъ поднимается двумя руками за головки этихъ винтовъ, переносится на столикъ и устанавливается такъ, чтобы винты пришлись въ два діаметрально противоположныя отверстія внутренняго металлическаго кольца. Для избѣжанія выдавливанія стекла столика слишкомъ сильнымъ или неравномѣрнымъ нажимомъ [2]) можно рекомендовать такой пріемъ: оба винта равномѣрно завинчиваются, пока капля, висящая на нижней поверхности сегмента, не коснется предметнаго стекла, что обнаруживается сразу появленіемъ рѣзко очерченнаго кружка. Съ этого момента винты подвинчиваются осторожно такимъ образомъ, чтобы глицериновый кружокъ пришелъ къ центру препарата и равномѣрно выполнилъ всю площадь сегмента.

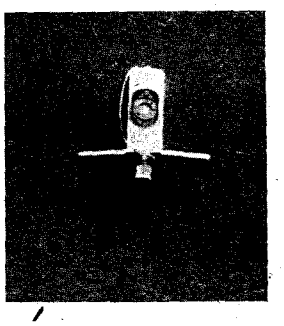
Тогда остается только подвинтить немного оба винта до тѣхъ поръ, пока не почувствуется, что сопротивленіе завинчиванію возрастаетъ. При этомъ нужно убѣдиться въ томъ, что наблюдаемое зерно не сошло съ мѣста и что шлифъ удерживается на мѣстѣ нажатіемъ сегментовъ. Если послѣдняго не наблюдается, то винты нужно еще немного подвинтить.

2) *Вращающійся компараторъ.*

Приборъ этотъ явился результатомъ попытокъ создать особенно чувствительный компараторъ, пригодный при томъ и для измѣренія малыхъ величинъ двупреломленія.

Измѣненіе разности хода (разности фазъ) двухъ интерферирующихъ лучей вызывается здѣсь не измѣненіемъ толщины пластинки, какъ это обычно имѣетъ мѣсто, а измѣненіемъ ея положенія. Пластинка (фиг. 2) вырѣзана изъ однооснаго минерала. Въ компараторѣ она устанавливается такъ, чтобы оптическая ось была перпендикулярна оси вращенія прибора, снабженной головкой *r* (фиг. 2).

Фиг. 2.



Наклоняя пластинку, мы можемъ привести оптическую ось въ совпаденіе съ осью микроскопа или же отклонить ее на значительный уголъ. Въ первомъ положеніи разность хода $= o$; поле, если введемъ приборъ въ тубусъ микроскопа между скрещенными николями, будетъ представляться темнымъ; при выходѣ же оптической оси изъ совпаденія съ осью микроскопа разность хода будетъ увеличиваться, поле будетъ освѣщаться и окрашиваться цвѣтами перваго, а можетъ быть и второго или и выше порядка въ зависимости кромѣ угла наклона отъ толщины пластинки и величины двупреломленія минерала, изъ котораго она вырѣзана.

Выгоднѣе вырѣзать пластинку не перпендикулярно къ оси, а подъ нѣкоторымъ угломъ. Это даетъ двойную выгоду: съ одной стороны при той же толщинѣ пластинки увеличивается максимальная разность хода, даваемая компараторомъ, съ другой увеличивается чувствительность для малыхъ величинъ разности хода. Это увеличеніе чувствительности вызывается тѣмъ, что при выходѣ оптической оси изъ совпаденія съ осью микроскопа уголъ между плоскостью пластинки и осью микроскопа увеличивается, слѣдовательно путь, проходимый лучемъ въ пластинкѣ уменьшается, а это отражается задержкой въ повышеніи разности хода. Конечно, это имѣетъ мѣсто только до тѣхъ поръ, пока пластинка не станетъ перпендикулярно къ оси микроскопа; при дальнѣйшемъ наклонѣ связанное съ нимъ измѣненіе величины пути, проходимаго лучемъ въ минералѣ, дѣйствуетъ уже не въ сторону уменьшенія разности хода, а въ сторону ея увеличенія.

Предѣлы величины двупреломленія, въ которыхъ можетъ примѣняться данный компараторъ, тѣмъ

[1]) Для читателей, не работавшихъ по данному методу, прибавлю, что накладывается шлифъ покровнымъ стекломъ или, если его нѣтъ, пластинкой минерала къ стеклу столика, причемъ предварительно на препаратъ помѣщается небольшая капля глицерина.

[2]) Къ сожалѣнію, для начинающихъ это непріятное явленіе очень часто имѣетъ мѣсто.

больше, чѣмъ больше уголъ, образуемый оптической осью пластинки съ перпендикуляромъ къ ней.

Но величина послѣдняго угла должна быть такова, чтобы дозволять болѣе или менѣе точную установку компаратора на оптическую ось, что достигается полученіемъ при помощи наклоненія пластинки между скрещенными николями minimum'а освѣщенія поля. Понятно, что этотъ minimum можетъ быть уловленъ удовлетворительно только тогда, когда можно наклоненіемъ пластинки не только получить темноту, но дальше за ней новое освѣщеніе. Это является причиной почему трудно придавать оптической оси наклонъ больше 40° въ воздухѣ или около 25° въ минералѣ съ коеффиціентомъ преломленія, близкимъ къ коеффиціенту преломленія кварца.

Максимальная величина двупреломленія, поддающаяся опредѣленію даннымъ компараторомъ тѣмъ больше, чѣмъ больше толщина пластинки и чѣмъ больше величина двупреломленія минерала, изъ котораго вырѣзана пластинка. Очевидно, что чувствительность компаратора находится въ обратномъ отношеніи къ тѣмъ же величинамъ.

Смотря по цѣли, можно для изготовленія компаратора примѣнять тотъ или другой минералъ и придавать пластинкѣ ту или другую толщину. До сихъ поръ для вращающагося компаратора мы примѣняли только кварцъ и пластинкѣ придавали толщину 0,07 миллиметра. Такой толщиной мы задавались, исходя изъ требованья, чтобы компараторъ давалъ всю гамму цвѣтовъ 1 порядка, причемъ чтобы чувствительному фіолетовому отвѣчалъ наклонъ пластинки=60° въ воздухѣ или 35° въ кварцѣ.

Вычисленіе толщины точно такъ же, какъ и градуированье компаратора основывалось на формулѣ приведенной мной въ замѣткѣ Beitrag zur Universalmethode [1]).

$$p=\frac{\mathrm{Sin}^2(\varphi_0-J)}{\mathrm{Cos}\ J}\ (Ng-Np).$$

гдѣ p—наблюдаемая разность хода при толщинѣ шлифа=1, φ_0 уголъ между оптической осью и перпендикуляромъ къ плоскости пластинки, J—уголъ наклона пластинки, Ng наибольшій и Np наименьшій коеффиціенты преломленія минерала. При $\varphi_0=25°$, $J=-35°$ [2]), Ng—Np=0,009 и p равномъ по Michel Lévy для чувствительнаго фіолетоваго 0,000575, будемъ имѣть

$$0{,}000575=e\ \frac{\mathrm{Sin}^2\ 60°}{\mathrm{Cos}\ \ 35°}\ 0{,}009$$

Откуда e около 0,07 миллиметра.

Для показанія угла наклона компаратора головка оси его снабжена указателемъ, движущимся по дугѣ полукруга, раздѣленной черезъ 5°.

Для разности хода отъ 0 до 0,000575 миллиметра мы имѣемъ въ своемъ распоряженіи 100° компаратора, причемъ около 40° приходится на промежутокъ отъ 0 до 0,000115 мм. и около 60° на остальные 0,000460 м.м. Въ то же время въ первомъ промежуткѣ глазъ улавливаетъ измѣненіе въ положеніи компаратора въ среднемъ около 5°, тогда какъ во второмъ около 2°. Отсюда слѣдуетъ, что нашъ компараторъ позволяетъ улавливать различіе въ разности хода въ среднемъ около 15 милліонныхъ миллиметра. Ошибка при опредѣленіи разности хода можетъ быть сдѣлана меньше 0,000015 мм. повторными наблюденіями.

При полученіи компаратора первой задачей является его вывѣрить и градуировать.

Прежде всего необходимо убѣдиться, входитъ ли онъ въ прорѣзъ надъ объективомъ и можетъ ли тамъ свободно вращаться. Для всѣхъ микроскоповъ R. Fuess, изготовляемыхъ этой фирмой за послѣдніе лѣтъ десять, компараторъ можетъ быть введенъ въ прорѣзъ, но вращаться тамъ можетъ только при строго центральномъ положеніи пластинки. Для повѣрки центральности положенія пластинки достаточно снять окуляръ, вывести николь и, смотря сверху черезъ тубусъ установить компараторъ, отмѣтивши на оправѣ его чертой, на сколько приходится вводить ее въ тубусъ для полученія центральнаго положенія пластинки.

Затѣмъ слѣдуетъ убѣдиться, что пластинка кварца установлена правильно, т. е. оптическая ось перпендикулярна къ оси вращенія прибора.

Повѣрка достигается наклоненіемъ компаратора между скрещенными николями до полученія темноты. Если темнота получается полная, то этимъ можно удовлетвориться, если же нѣтъ, то для полученія правильной установки я могу рекомендовать только слѣдующій пріемъ: кладемъ компараторъ на столикъ микроскопа такъ, чтобы длинная ось прибора совпадала съ какимъ либо опредѣленнымъ діаметромъ, напр. 0°—180° (Для достиженія болѣе точнаго совпаденія съ даннымъ діаметромъ можно прочертить его предварительно на столикѣ карандашомъ). Вращая столикъ между скрещенными николями, опредѣляемъ, отвѣчаютъ ли положенія затемненія положеніямъ совпаденія даннаго діаметра съ плоскостями николей, и если такого совпаденія не наблюдается, то приводимъ діаметръ въ совмѣщеніе съ главнымъ сѣченіемъ одного изъ николей (этому положенію отвѣчаетъ обыкновенно отсчетъ или 0° или 90°) и

[1]) Zeitschrift für Krystallographie XXXIII B. 2 Heft. S. 145. 1900.

[2]) Наклонъ въ сторону, обратную φ, что и выражаетъ накъ.—

поворачиваемъ пластинку въ ея собственной плоскости до полученія темноты [1]).

Убѣдившись въ совпаденіи одного изъ главныхъ сѣченій пластинки съ осью г., вводимъ компараторъ въ прорѣзъ микроскопа и снова смотримъ, получается ли при наклоненіи его темнота; если нѣтъ то это показываетъ, что съ осью г. совмѣщена ось пластинки, не перпендикулярная къ оптической оси а лежащая въ плоскости этой оси. Въ этомъ случаѣ снова помѣщаемъ компараторъ на столикъ микроскопа въ томъ же положеніи, какъ прежде, и поворачиваемъ пластинку на 90°.

Установивши правильно оптическую ось пластинки, слѣдуетъ убѣдиться въ правильности установки указателя. Для этой цѣли вводимъ компараторъ въ прорѣзъ микроскопа, выдвигаемъ николь, вынимаемъ окуляръ, вообще удаляемъ всѣ оптическія системы между глазомъ и компараторомъ, устраняемъ проходящій свѣтъ и, смотря въ тубусъ и наклоняя компараторъ въ ту или другую сторону, улавливаемъ отраженіе глаза отъ пластинки компаратора [2]). Этому моменту отвѣчаетъ горизонтальное положеніе пластинки.

Замѣчая, на какомъ дѣленіи стоитъ указатель компаратора, опредѣляемъ поправку на положеніе 0° лимба. Къ сожалѣнію, въ нашихъ компараторахъ исполненныхъ фирмой R. Fuess, укрѣпленіе головки „г“ и указателя—одно изъ самыхъ слабыхъ мѣстъ. Положеніе указателя измѣняется и требуетъ частыхъ повѣрокъ.

Послѣ указанныхъ предварительныхъ повѣрокъ компаратора, можно приступить уже къ градуированію его. Пользуясь формулой, приведенной на стр. 45, мы легко можемъ опредѣлить для пластинки опредѣленной толщины разность хода лучей p въ зависимости отъ угла наклона пластинки J, при данномъ полярномъ разстояніи оптической оси пластинки φ_0 и данной величинѣ разности Ng—Np.

Если бы толщина пластинки была извѣстна, то, принимая Ng— Np для кварца=0,009 и опредѣливши наблюденіемъ уголъ φ_0, мы прямо получили бы величину разности хода p въ доляхъ миллиметра. Но такъ какъ точное опредѣленіе толщины пластинки затруднительно, то лучше получить выраженія для ряда p при разнообразныхъ значеніяхъ J, принимая Ng—Np и e равными единицѣ, по вычисленнымъ величинамъ p построить кривую, выражающую непрерывное измѣненіе p отъ 0 до крайнихъ предѣловъ, допускаемыхъ компараторомъ, и затѣмъ изъ сравненія съ какимъ либо другимъ, точно градуированнымъ компараторомъ получить на этой кривой величины разности хода для одной или нѣсколькихъ ея точекъ.

Изготовленные по нашему заказу компараторы всѣ даютъ возможность получать всѣ интерференціонные цвѣта I-го порядка до чувствительнаго фіолетоваго или даже до синяго II-го порядка.

Въ виду чувствительности установки на фіолетовый цвѣтъ 1-аго порядка, можно прямо точкѣ кривой, (фиг. 3), отвѣчающей числу градусовъ, показываемыхъ стрѣлкой компаратора при окраскѣ поля фіолетовымъ цвѣтомъ, приписать значеніе = = 0,000575 миллиметра, отвѣчающее разности фазъ лучей, интерференція которыхъ даетъ фіолетовую окраску.

Для вычисленія значеній p по приведенной выше формулѣ необходимо еще знать φ_0. Этотъ уголъ легко опредѣляется непосредственнымъ наблюденіемъ, т. е. наклоненіемъ компаратора между скрещенными николями до полученія наибольшей темноты поля. Нужно сказать, что моментъ прохожденія оптической оси черезъ ось микроскопа опредѣляется мало чувствительно и потому необходимо получить отсчетъ, отвѣчающій этому положенію изъ большого числа наблюденій.

Въ компараторахъ, изготовленныхъ до сего времени фирмой R. Fuess и прошедшихъ черезъ мои руки, φ_0 отвѣчаетъ всегда, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ точности нашихъ наблюденій, 25° въ кварцѣ или 40° въ воздухѣ.

На прилагаемой діаграммѣ (фиг. 3) абсциссы отвѣчаютъ отсчетамъ въ градусахъ, читаемымъ на лимбѣ компаратора. Значенія, отвѣчающихъ имъ ординатъ, вычислены по приведенной выше формулѣ для угловъ I, равныхъ

I въ кварцѣ = $\overline{25}°$ $\overline{20}°$ $\overline{15}°$ $\overline{10}°$ $\overline{5}°$ 0° 10° 15° 20° 25° 30° 35°

I въ воздухѣ= $\overline{40}°$ $\overline{31}°$ $\overline{23}°$ $\overline{15}°$ $\overline{8}°$ 0° 15° 23° 31° 40° 49° 59°

p = 0,00 0,01 0,03 0,07 0,12 0,18 0,25 0,33 0,43 0,53 0,65 0,77 0,92

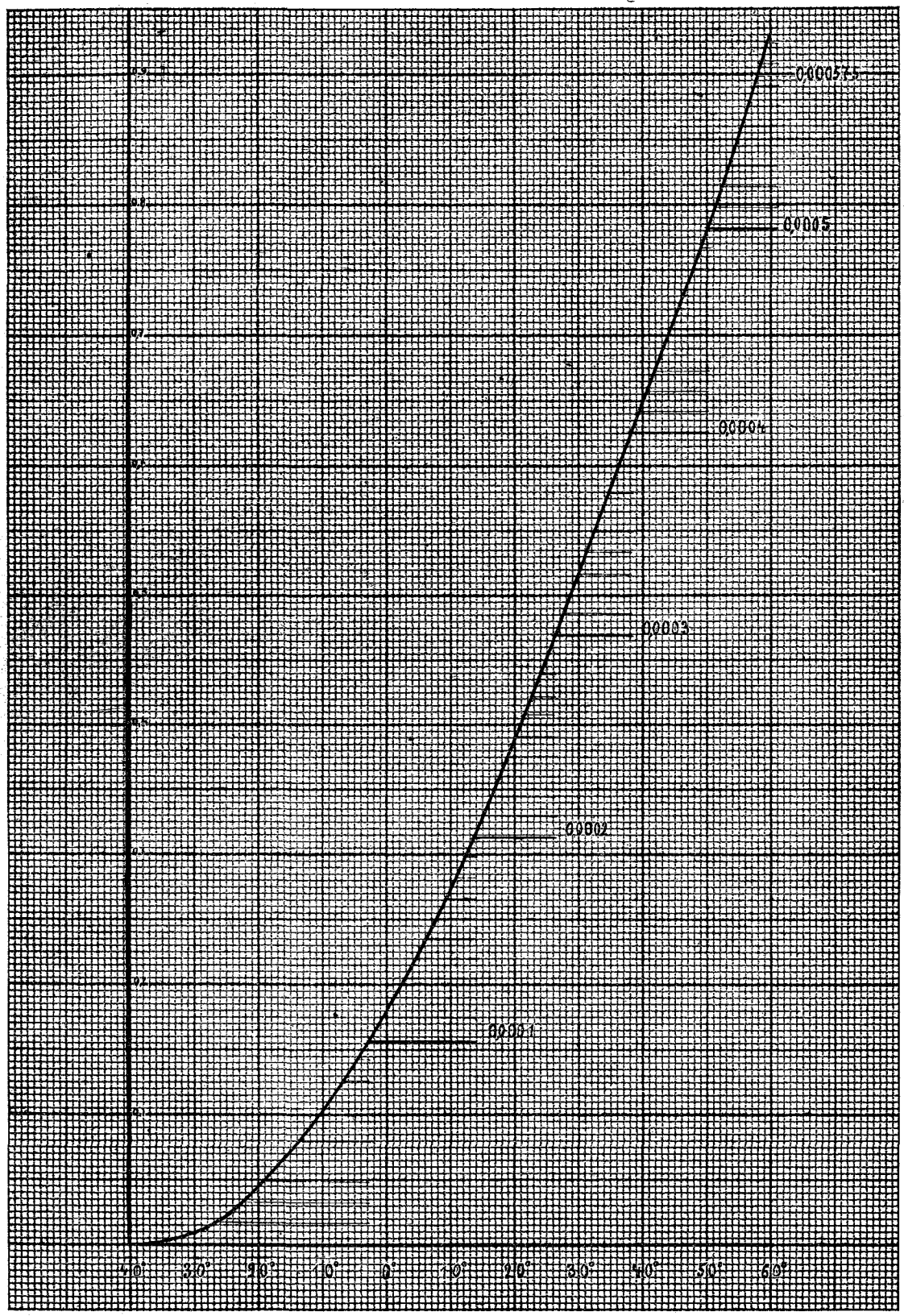
Чувствительному фіолетовому отвѣчаетъ отсчетъ +60°. Раздѣляя ординату, отвѣчающую этому послѣднему отсчету, на 5,75 части и проводя черезъ точки дѣленія прямыя, параллельныя оси абсциссъ, до пересѣченія съ кривой, получимъ точки, отвѣчающія разности хода = 0,0001; 0,0002; 0,0003; 0,0004 миллиметра. Раздѣляя разность ординатъ двухъ смежныхъ точекъ на 10 частей, получаемъ

---

[1]) Для этой цѣли необходимо воспользоваться или особымъ ключомъ или согнутой вилкой стальной проволокой, концы которой вводятся въ два діаметрально противоположныя отверстія въ кольцевой металлической оправѣ пластинки.

[2]) Лучше, конечно, при этомъ глазъ освѣтить возможно сильнѣе. Можно закрыть его листомъ бѣлой бумаги съ отверстіемъ для зрачка въ серединѣ.

Фиг. 3.



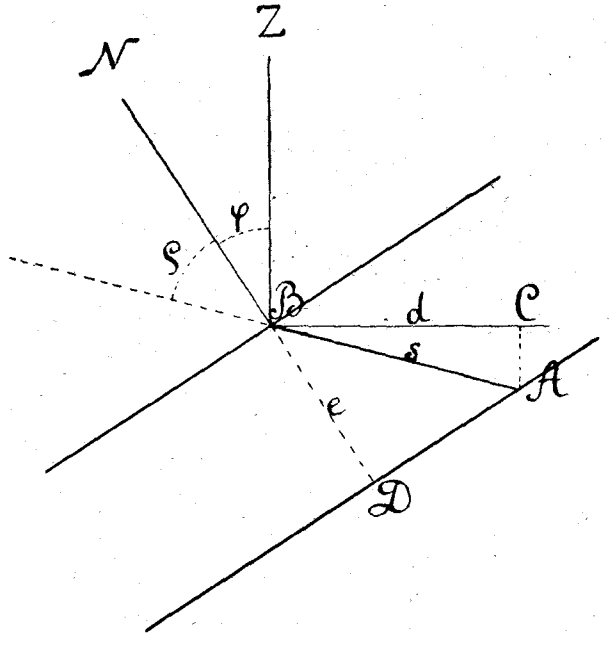
возможность удобно отсчитывать на діаграммѣ сто тысячныя миллиметра.

Какъ сказано выше, особенное значеніе имѣетъ нашъ компараторъ для измѣренія малыхъ величинъ двупреломленія. Если разность хода выше 0,000575 миллим., необходимо прибѣгнуть къ другому компаратору, при чемъ можно, вводя совмѣстно вращающійся компараторъ въ прорѣзъ надъ объективомъ и слюдяный или кварцевый клинъ въ прорѣзъ въ окулярѣ, интерполировать въ предѣлахъ дѣленій клина при помощи вращающагося компаратора. Но впрочемъ для кварцеваго клина съ дѣленіями [1]), *изготовленнаго по указаніямъ Е. С. Федорова фирмой* R. Fuess, введеніе вращающагося компаратора не увеличиваетъ точности отсчетовъ.

Измѣреніе толщины шлифа по трещинамъ и включеніямъ въ немъ помощью наклоненія препарата.

Наблюдая при наклоненіи шлифа трещины, плоскости которыхъ совпадаютъ съ осью наклоненія, или прорастающія главное зерно иголочки другого

Фиг. 4.



минерала, длина которыхъ перпендикулярна къ оси наклоненія, мы замѣчаемъ измѣненіе ширины трещинъ или длины иголочекъ, зависящее отъ того, что наблюдаемая ширина трещинъ или длина иголочекъ представляютъ проекцію ихъ дѣйствительной ширины или длины на плоскость, перпендикулярную оси микроскопа. Пусть e (фиг. 4)—толщина пластинки минерала, AB—трещина, прорѣзывающая ее, BZ—линія, параллельная оси микроскопа, BN—нормаль къ плоскости шлифа. При показанномъ на фигурѣ положеніи шлифа трещина будетъ намъ представляться въ видѣ полоски, ограниченной слѣдами A и B на верхней и нижней поверхностяхъ шлифа. Ширина ея будетъ равна проекціи AB на плоскость BC, перпендикулярную къ оси микроскопа. Пусть величина угла, образуемаго плоскостью трещины съ нормалью къ шлифу $BN = \rho^\circ$ и уголъ наклона шлифа $ZBN = \varphi^\circ$. Изъ треугольника ABC $\frac{d}{s} = \mathrm{Sin}\, BAC = \mathrm{Sin}\,(\varphi + \rho)$ или, принимая во вниманіе знаки, такъ какъ при измѣреніи угловъ φ и ρ мы должны очевидно наклонять шлифъ въ разныя стороны изъ горизонтальнаго (или общнѣе—перпендикулярнаго оси микроскопа) положенія, $\frac{d}{s}\,\mathrm{Sin}\,(\varphi - \rho)$.

Изъ треугольника ABD

толщина шлифа $e = \frac{S}{\mathrm{Cos}\,\rho}$

Откуда $e = \frac{d.\,\mathrm{Cos}\,\rho}{\mathrm{Sin}\,(\varphi - \rho)}$

Уголъ φ опредѣляется непосредственнымъ отсчетомъ на лимбѣ универсальнаго столика. Возможность опредѣленія угла ρ давно уже указана творцомъ универсальнаго метода при опредѣленіи положенія плоскостей спайности и плоскостей ограниченія кристалла. Именно, наклоняемъ шлифъ на столько, чтобы слѣдъ трещины ρ сталъ возможно тоньше (часто вмѣстѣ съ тѣмъ и возможно рѣзче). Это положеніе отвѣчаетъ положенію совпаденія плоскости трещины съ осью микроскопа. Уголъ между нимъ и горизонтальнымъ положеніемъ шлифа и будетъ уголъ ρ^0.

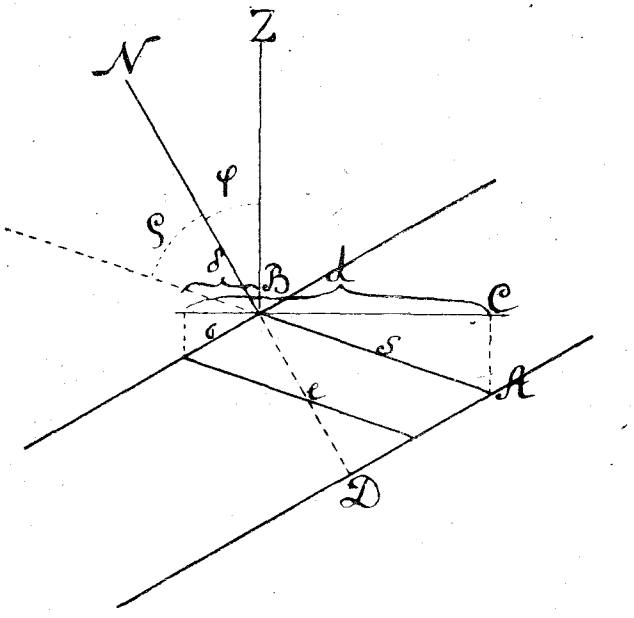
Измѣреніе d—ширины проекціи трещины на плоскость, перпендикулярную къ оси микроскопа, мы производимъ при помощи винтового окуляръ-микрометра при объективѣ № 2. Въ этомъ случаѣ одному дѣленію лимба окуляръ-микрометра отвѣчаетъ отъ 0,00036 до 0,0004 миллиметра.

Измѣреніе ширины трещины S тѣмъ точнѣе, при прочихъ равныхъ обстоятельствахъ, чѣмъ меньше разница между d и S, т. е. особенно точно, когда измѣреніе производится при горизонтальномъ положеніи трещины, $\varphi + \rho = \frac{\pi}{2}$; но, къ сожалѣнію, только въ рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ возможно при этомъ положеніи видѣть сколько нибудь отчетливо края трещины. Предѣлъ величины угла между осью микроскопа и плоскостью трещины, при ко-

[1]) Наиболѣе удобнаго изъ компараторовъ для значительныхъ разностей хода.

торомъ еще возможно измѣреніе ея ширины, иногда не больше 20—23°, чаще всего отъ 30° до 40° и рѣдко достигаетъ 60°. Этотъ предѣлъ зависитъ отъ прозрачности шлифа и рѣзкости самой трещины.

Фиг. 5.



Трещины сдвига, какъ напр. трещины діаллаговой отдѣльности, благопріятнѣе для наблюденія, чѣмъ трещины спайности. Чѣмъ больше разнится коэффиціентъ преломленія минерала отъ коэффиціента преломленія канадскаго бальзама, тѣмъ картина трещины рѣзче, но за то тѣмъ скорѣе она теряетъ ясность при наклонѣ. Въ силу этого однимъ изъ наиболѣе благопріятныхъ объектовъ наблюденія являются кальціевые полевые шпаты (около № 60 и выше), тогда какъ для щелочныхъ членовъ ряда трещины, поддающіяся измѣренію, подыскиваются съ трудомъ.

Понятно, что при всѣхъ вычисленіяхъ, если коэффиціентъ преломленія минерала разнится замѣтно отъ коэффиціента преломленія сегментовъ, величины φ и ρ при вычисленіяхъ должны быть приведены къ коэффиціенту преломленія минерала.

Нѣтъ никакого различія въ пріемахъ, если вмѣсто трещины будемъ наблюдать иголочку какого либо другого минерала, прорастающаго изслѣдуемое зерно.

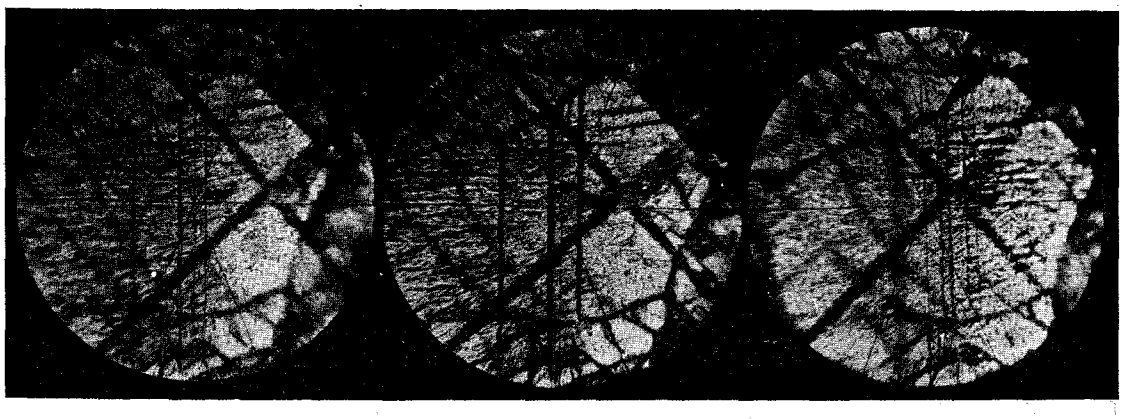
Остается еще упомянуть о тѣхъ случаяхъ, когда толщина трещины или діаметръ иголочки на столько значительны, что ими нельзя пренебречь. Особенно часто это имѣетъ мѣсто для трещинъ діаллаговой отдѣльности и друг. въ пироксенахъ.

Если измѣренная въ плоскости шлифа толщина трещины$=\sigma$ (фиг. 5), то CB, проекція трещины на плоскость шлифа, не равна измѣряемой видимой ея ширинѣ d, но $CB=d-\delta=d-\sigma\ Cos\ \varphi$.

Откуда толщина шлифа $e=\dfrac{(d-\sigma\cos\varphi)\cos\rho}{\sin(\varphi-\rho)}$

На фиг. 6 имѣемъ три фотографическихъ снимка шлифа діаллага, воспроизведенныхъ при помощи простой накладной камеры, приспособленной фирмой R. Fuess къ ея микроскопамъ. Снимокъ сдѣланъ при объективѣ № 2 и винтовомъ окуляръ-микрометрѣ (увеличеніе около 95) и при отсутствіи анализатора. Крестъ изъ широкихъ темныхъ линій, расположенный эксцентрично относительно контура снимковъ, это крестъ, нарѣзанный на стеклѣ универсальнаго столика. Три тонкія линіи, пересѣкающіяся въ центрѣ снимка, принадлежатъ системѣ паутинныхъ нитей окуляра.

Фиг. 6.



Средній снимокъ представляетъ шлифъ въ горизонтальномъ положеніи. Трещины діаллаговой отдѣльности выступаютъ въ видѣ трехъ черныхъ, толстыхъ, параллельныхъ прямыхъ. Лѣвый и правый снимки изображаютъ шлифъ въ наклонномъ положеніи, отъ чего зависитъ неясность, расплывчатость ихъ лѣваго и праваго края. На лѣвомъ снимкѣ трещины получили наименьшую толщину; уголъ ρ при этомъ $=-19^1/_2{}^0$. На правомъ снимкѣ шлифъ наклоненъ въ противоположную сторону на уголъ $\rho=+25^0$. При этомъ каждая изъ двухъ правыхъ, рядомъ лежащихъ трещинъ обратилась въ широкую полосу, третья же видна въ лѣвой половинѣ чертежа только въ видѣ неясной темной полоски частью благодаря тому, что она не въ фокусѣ, частью по меньшей рѣзкости ея краевъ.

Измѣреніе видимой ширины трещинъ даетъ какъ среднее изъ наблюденій надъ всѣми тремя $d=80$ дѣленій микрометра или $d=0{,}0004$. $80=0{,}032$ миллим.

Коэффиціентъ преломленія діаллага относительно стекла сегментовъ около 1,1. Откуда исправленныя величины ρ и φ будутъ $\rho=18^0$, $\varphi=22^1/_2{}^0$.

Тогда $e=\frac{0{,}032\ \mathrm{Cos}\ 18^\circ}{\sin 40^1/_2{}^\circ}=0{,}047$.

Полусфера для графическаго рѣшенія вопросовъ универсально-оптическаго метода изслѣдованія.

Въ результатѣ изслѣдованія по универсальному оптическому методу является опредѣленіе положенія ряда оптическихъ и кристаллографическихъ элементовъ, какъ то главныя оси и сѣченія оптическаго эллипсоида, оптическія оси, плоскости спайности и двойниковыя и друг.

Разбираться во взаимоотношеніяхъ этихъ элементовъ приходится графическимъ путемъ, прибѣгая къ помощи проекцій, главнѣйше стереографическихъ и линейныхъ.

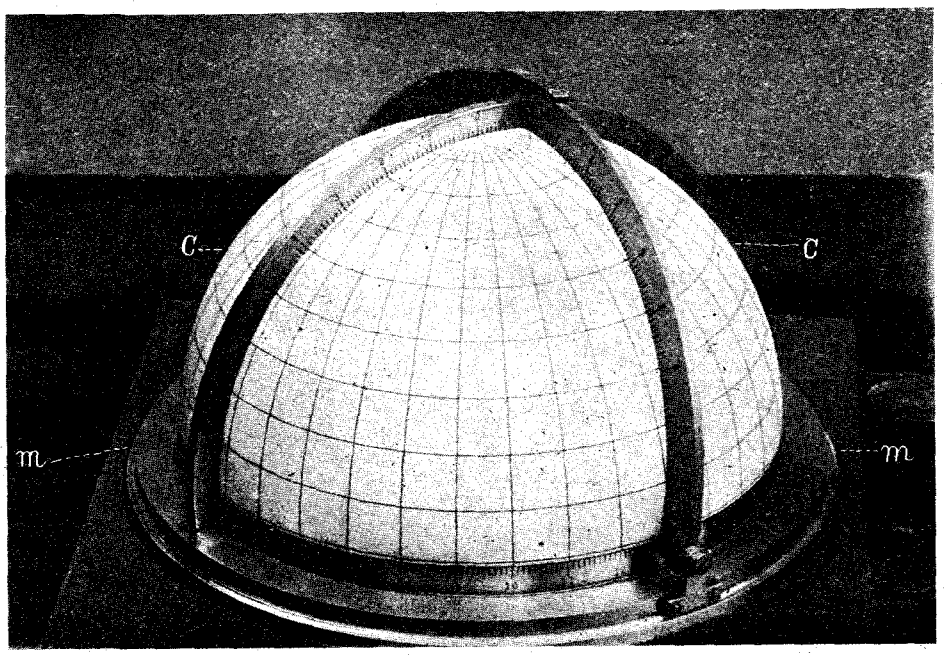
Какъ ни упрощены пріемы работы съ этими проекціями, благодаря введенію творцомъ универсальнаго метода линейки для пологихъ дугъ круга, стереографической линейки и треножнаго циркуля, но все же пріемы рѣшенія вопросовъ геометрическихъ соотношеній элементовъ въ проекціяхъ на плоскости не такъ просты, удобны и быстры, какъ при рѣшеніи ихъ на сферѣ. Особенно это относится къ проведенію плоскостей черезъ заданныя направленія.

Графическое рѣшеніе на сферѣ вопросовъ оптическаго или кристаллографическаго изслѣдованія по простотѣ и удобству почти отвѣчаетъ графическому рѣшенію на плоскости вопросовъ планиметріи.

Основной частью прибора является фарфоровая полусфера CC (фиг. 7). На ея поверхности нарѣзана градусная сѣть черезъ 10 градусовъ, а служащее основаніемъ металлическое кольцо mm раздѣлено на градусы съ надписями, идущими отъ 0 до 360^0 въ сторону, обратную направленію отсчетовъ на лимбѣ N универсальнаго столика [1]). Металлическое кольцо, окаймляющее основаніе полусферы, съ укрѣпленными на немъ дугами можетъ свободно вращаться въ горизонтальной плоскости. Одна изъ дугъ укрѣплена подвижно на шарнирѣ такъ, что можетъ наклоняться до горизонтальнаго положенія или устанавливаться подъ любымъ угломъ къ горизонту. Уголъ наклоненія измѣряется на лимбѣ, нанесенномъ на лицевой сторонѣ неподвижной дуги. Дѣленія на этомъ лимбѣ идутъ отъ 0^0 до 90^0 въ каждую сторону.

Если нужно отмѣтить на полусферѣ положеніе какого либо главнаго сѣченія и соотвѣтствующей

Фиг. 7.



[1]) Отвѣчающемъ внутреннему кольцу столика.

перпендикулярной къ нему оси эллипсоида, поворачиваемъ кольцо съ дугами такъ, чтобы отвѣчающій ему указатель стоялъ на томъ же дѣленіи, какъ указатель для поворотовъ около оси N столика [1]). Если спеціальнаго указателя нѣтъ, можно удобно пользоваться хотя бы лицевой поверхностью неподвижной дуги въ точкахъ, прилегающихъ къ цилиндрическому лимбу mm. Но такъ какъ такихъ точекъ двѣ, то условимся брать ту изъ нихъ, которая вмѣстѣ противолежитъ лицевой сторонѣ (на которой нанесены градусныя дѣленія) подвижной дуги.

Установивши подвижное кольцо на соотвѣтствующемъ дѣленіи, наклоняемъ подвижную дугу на уголъ, равный наклону около оси H, отвѣчающему положенію наносимаго главнаго сѣченія, и, прикладывая карандашъ къ лицевой сторонѣ дуги, прочерчиваемъ слѣдъ даннаго главнаго сѣченія. Отсчитывая на неподвижной дугѣ въ другую сторону уголъ, дополнительный для угла H° до 90^0, отмѣчаемъ положеніе соотвѣтствующей оси эллипсоида.

Если главное сѣченіе содержитъ оптическія оси, то, зная уголъ наклона около J, отвѣчающій совпаденію оптической оси съ осью микроскопа, наносимъ непосредственнымъ отсчетомъ по лимбу подвижной дуги положеніе осей.

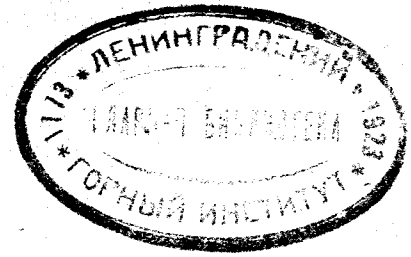
[1]) Ось N перпендикулярна къ плоскости шлифа.

Задача построенія плоскости, перпендикулярной къ данному направленію, легко рѣшается слѣдующимъ пріемомъ: совмѣщаемъ неподвижную дугу съ точкой выхода даннаго направленія на сферѣ, отсчитываемъ отъ нея по лимбу неподвижной дуги 90^0, устанавливаемъ на это дѣленіе подвижную дугу и прочерчиваемъ слѣдъ данной плоскости на сферѣ.

Чтобы измѣрить уголъ между двумя данными направленіями, поворачиваемъ кольцо и наклономъ подвижной дуги быстро достигаемъ того, чтобы выходы обоихъ направленій на сферѣ совпали съ лимбомъ подвижной дуги, и отсчитываемъ число градусовъ между ними.

Если нужно построить плоскость, проходящую черезъ эти направленія, прочерчиваемъ вдоль лимба линію. Изъ этихъ примѣровъ видно уже, что пріемы рѣшенія разнообразныхъ вопросовъ на сферѣ такъ просты, что не требуютъ особаго разъясненія.

Въ послѣднее время Е. С. Федоровъ добавилъ къ полусферѣ приспособленіе, позволяющее проводить около каждаго направленія дуги малыхъ круговъ. Приспособленіе это состоитъ изъ небольшой площадки съ углубленіемъ для вставленія ножки циркуля, передвигающейся по неподвижной дугѣ и закрѣпляющейся въ любомъ положеніи на ней.


ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ