

ГОНИОМЕТР Г-5

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

8-II-2018 г.

I. УСТРОЙСТВО ГОНИОМЕТРА

Гониометр служит для точного измерения углов и находит широкое применение в оптических лабораториях. С помощью гониометра можно определять показатели преломления и преломляющие углы призм и кристаллов, исследовать параметры дифракционных решёток, измерять длины волн спектральных линий и т. д.

Оптическая схема гониометра представлена на рис. 1а. Свет от источника S проходит через коллиматор (устройство, дающее параллельный пучок, состоящее из щели 1 и объектива 5) и преобразуется призмой или решёткой в набор параллельных пучков, каждый из которых соответствует определённой длине волны. Параллельные пучки со-

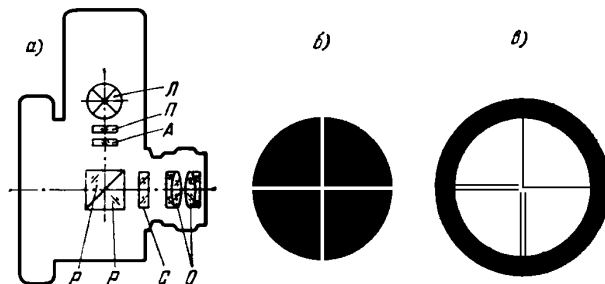


Рис. 2. Автоколлимационное устройство

собираются в фокальной плоскости объектива 9 зрительной трубы и рассматриваются глазом через окуляр 14. При освещении щели ртутной лампой, дающей дискретный спектр, в фокальной плоскости видны отдельные линии — цветные изображения входной щели (см. рис. 4 и таблицу 1).

Внешний вид гониометра представлен на рис. 1б и 1в. Коллиматор 3, столик 7 и алидада 17 со зрительной трубой 12 крепятся на массивном основании 23. На столике 7 размещаются исследуемые объекты. Коллиматор закреплён неподвижно, а столик и алидада с трубой могут вращаться вокруг вертикальной оси.

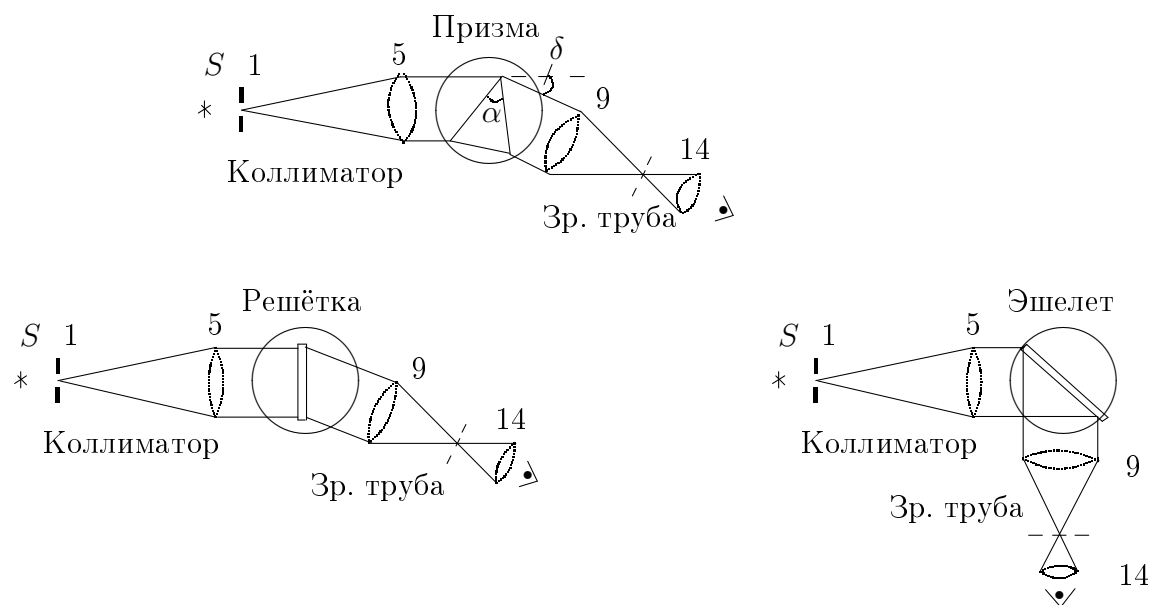
Ширину коллиматорной щели можно менять от 0 до 2-х мм при помощи микрометрического винта 2, высоту — от 0 до 2-х см — при помощи диафрагмы с треугольным вырезом («ласточкин хвост»), надетой на щель. Винт 4 служит для перемещения объектива 5 — настройки коллиматора на параллельный пучок.

Зрительная труба 12 состоит из объектива 9 и окуляра 14 с автоколлимационным устройством 13. Объективы коллиматора и зрительной трубы одинаковы. Фокусировка трубы производится винтом 11. Наклон коллиматора и зрительной трубы к горизонтальной оси изменяется винтами 6 и 10 соответственно.

Схема окуляра О зрительной трубы с автоколлимационным устройством приведена на рис. 2а. Свет от лампы Л проходит через защитную стеклянную пластинку П и попадает на автоколлимационную сетку А, содержащую две взаимно перпендикулярные щели. Свет, прошедший через сетку А (светящийся крест — рис. 2б), попадает на две прямоугольные призмы Р и отражается от гипотенузной грани, на которую нанесён полупрозрачный слой с коэффициентом отражения 50%.

Для юстировки гониометра на столик ставится предмет с плоской отражающей поверхностью. После отражения от неё

а)



б)

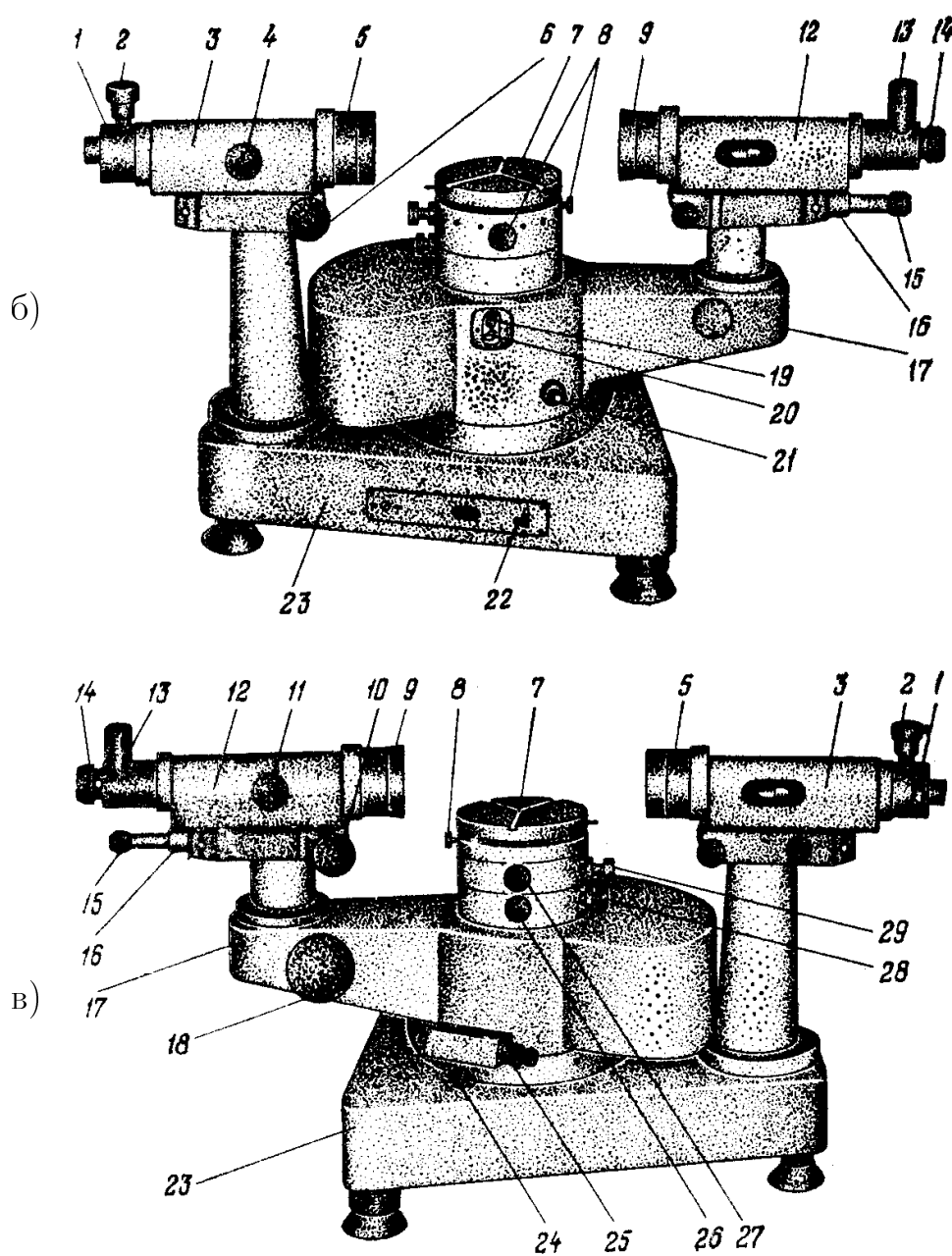


Рис. 1. Оптическая схема и внешний вид гониометра

параллельный пучок лучей возвращается назад в зрительную трубу и собирается в фокальной плоскости объектива. В этом случае светящийся автоколлимационный крест можно увидеть через окуляр зрительной трубы. Кроме того, в окуляре имеется ещё одна сетка C , на которой изображён чёрный отсчётный крест (рис. 2в). Совмещённые изображения обоих крестов рассматриваются через окулярные линзы O . Резкость видимого изображения отсчётного креста регулируется вращением оправы окуляра трубы.

Обе сетки окуляра, A и C (рис. 2а), расположены на строго одинаковых расстояниях от гипотенузных граней призмы P , поэтому их одновременное наблюдение в окуляре возможно только при совпадении фокальных плоскостей объектива и окуляра (труба настроена на бесконечность).

Важнейшим узлом гониометра является устройство, служащее для отсчёта угла поворота зрительной трубы вокруг вертикальной оси, проходящей через центр столика. На этой оси крепится прозрачное кольцо (лимб), расположенное в корпусе прибора. На поверхности лимба нанесена шкала с делениями. Лимб разделён на $3 \times 360 = 1080$ делений. Цена деления $20'$, оцифровка делений произведена через 1° . Шкалу лимба можно наблюдать через окуляр отсчётного устройства 16 при включённой подсветке (тумблер 22). Резкость изображения шкалы регулируется вращением оправы окуляра 15.

Оптическая система отсчётного устройства собрана так, что через окуляр можно наблюдать изображения штрихов двух диаметрально противоположных участков лимба, причём одно изображение прямое, а другое обратное (рис. 3). Кроме того, оптическая система позволяет перемещать эти изображения друг относительно друга, оставляя в покое как лимб, так и алидаду со зрительной трубой. Это перемещение штрихов измеряется при помощи оптического микрометра. Шкала микрометра рассчитана таким образом, что при перемещении её на 600 делений верхнее изображение штрихов лимба смещается относительно нижнего на $10'$. Следовательно, цена деления шкалы микрометра $1''$.¹

Поле зрения отсчётного микроскопа приведено на рис. 3. В левом окне наблюдаются изображения диаметрально противоположных участков лимба и вертикальный штрих для отсчёта градусов, в правом — деления шкалы оптического микрометра и горизонтальная риска R для отсчёта минут и секунд.

Для удобства экспериментатора в гониометре предусмотрено несколько вариантов относительного вращения столика, алидады со зрительной трубой и лимба.

1. Алидада вращается относительно лимба и столика либо грубо от руки при свободном винте 24 (см. рис. 1в), либо точно с помощью микрометрического винта 25 при зажатом винте 24.

2. Такое же вращение алидады, но вместе с лимбом и столиком, производится, если рычажок 20 находится в нижнем положении. Для возвращения его в верхнее положение надо нажать рычажок 19.

3. Лимб вращается относительно столика и алидады винтом 21 (рычажок 20

¹ Точность измерения углов $\sim 30''$.

в нижнем положении, винт 26 свободен).

4. Вращение столика вместе с лимбом относительно алидады производится либо от руки при свободном винте 26, либо микрометрическим винтом 28 при зажатом винте 26.

5. Столик вращается относительно алидады и лимба либо от руки при свободном винте 27, либо точно микрометрическим винтом 29 при зажатом винте 27 (рычажок 20 в верхнем положении).

Гониометр требует тщательной юстировки, которая заключается в установке: а) зрительной трубы на бесконечность; б) поверхности столика и оптической оси трубы — перпендикулярно оси вращения прибора; в) коллиматора — на параллельный пучок лучей; г) оптической оси коллиматора — перпендикулярно оси вращения прибора.

II. ЮСТИРОВКА ГОНИОМЕТРА

I. Подготовка к работе

Любой вращающийся элемент системы должен **свободно** поворачиваться рукой, если освобождён соответствующий закрепляющий винт.

ВРАЩЕНИЕ ОТ РУКИ С УСИЛИЕМ НЕДОПУСТИМО!

1. Приступая к юстировке, убедитесь, что рычажок 20 (см. рис. 1б) в верхнем положении (рычажок 19 нажат).
2. Освободите винт 26, чтобы свободно вращалась нижняя часть столика (вместе со шкалой), и винт 27, чтобы вращалась верхняя часть столика.

Поворачивая столик рукой, установите его горизонтально (на глаз) при помощи двух винтов 8, ориентированных взаимно перпендикулярно. При этом удобно следить за величиной щели между крышкой столика и его боковой поверхностью.

3. Убедитесь, что оптические оси зрительной трубы и коллиматора ориентированы горизонтально (на глаз). При необходимости отрегулируйте наклоны тубусов винтами 10 и 6 соответственно.

II. Установка зрительной трубы на бесконечность

4. Вращая оправу 14, настройте окуляр зрительной трубы на резкое видение чёрного отсчётного креста (крест можно подсветить рассеянным светом настольной лампы).
5. Включите тумблер 22 — подсветка — и убедитесь, что глядя в трубу со стороны объектива, можно увидеть светящийся автоколлимационный крест.

Прислоните к оправе объектива плоскую отражающую поверхность (например, гипотенузную грань уголкового отражателя — призмы с углом при вершине 90°) и, перемещая объектив винтом 11, найдите в окуляре резкое изображение светящегося креста, отражённого от стеклянной поверхности.

III. Установка поверхности столика перпендикулярно оси вращения прибора

6. Закрепите винт 26, чтобы свободно вращалась только верхняя часть столика, и поверните столик так, чтобы один из установочных винтов 8 был направлен вдоль оси трубы.

Поставьте на столик угольный отражатель так, чтобы его гипотенузная грань была перпендикулярна винту 8 и оси зрительной трубы. Входящий и выходящий лучи в такой призме всегда параллельны друг другу, поэтому настройка проще, чем с плоскопараллельной пластинкой.

Вращая установочный винт 8, перпендикулярный гипотенузной грани, и слегка поворачивая столик рукой вправо и влево, добейтесь того, чтобы в поле зрения окуляра попал светящийся крест, отражённый от призмы. Если отражённых крестов несколько — работайте с самым ярким.

Оцените (качественно) смещение светящегося креста по вертикали от центра. Смещение по горизонтали здесь роли не играет.

7. Поднимите отражатель, поверните столик на 180° и поставьте отражатель на столик.

а) Если положение креста по вертикали осталось прежним, значит поверхность столика горизонтальна, надо менять наклон трубы. Винтом 10 наклона трубы совместите центр автоколлимационного креста (светящегося) с горизонтальным штрихом отсчётного (чёрного).

б) Если вертикальное смещение отличается от предыдущего, то для совмещения крестов пройдите половину расстояния винтом 8, ориентированным вдоль оси трубы, а вторую половину — винтом 10 наклона трубы.

Верните столик в предыдущее положение и уточните настройку.

Допустимо смещение светящегося креста на треть радиуса поля зрения.

Теперь поверните столик под отражателем на 90° и тем же способом выставьте изображение креста на середину.

На этом предварительная настройка столика и трубы закончена. Легко видеть, что расположение светящегося креста не изменяется, если ось зрительной трубы и поверхность столика перпендикулярны оси вращения прибора.

В работе с **решёткой или эшелетом** можно перейти к настройке коллиматора.

8. В работе с **призмой** полезно провести дополнительно тонкую настройку столика и трубы при помощи плоскопараллельной пластинки.

Для тонкой настройки с пластинкой снова поверните столик так, чтобы один из винтов 8 был направлен вдоль оси зрительной трубы и поставьте на столик пластинку (на узкую полированную грань).

Вращая установочный винт 8, перпендикулярный плоскости пластинки, и слегка поворачивая столик рукой, добейтесь того, чтобы в поле зрения окуляра попал отражённый светящийся крест.

Совместите светящийся автоколлимационный и чёрный отсчётный кресты по высоте, пройдя половину расстояния винтом 8, ориентированным вдоль оси трубы, а вторую половину — винтом 10 наклона трубы.

9. При неподвижной трубе (винт 24 закреплён) вручную поверните столик на 180° , найдите отражение светящегося креста от второй поверхности пластины и снова совместите изображения тем же путём. Затем ещё раз поверните столик с пластиной на 180° и уточните положение светящегося креста. Расхождения менее

чем на треть радиуса поля зрения считаются допустимыми.

10. Теперь поверните столик на 90° и поставьте пластинку так, чтобы второй из винтов 8 стал параллельным оси трубы. Совместите кресты и проверьте настройку при повороте столика на 180° .

IV. Настройка коллиматора

11. Включите блок питания ртутной лампы и нажмите кнопку «ПУСК». Расширьте входную щель и поставьте ртутную лампу вплотную к щели. Расположите лист бумаги за объективом коллиматора и перемещением источника света перпендикулярно оси коллиматора добейтесь максимальной освещённости центральной части светового пятна на бумаге.
12. Перенесите лист бумаги в пространство между щелью и источником света (чтобы не слепило глаза при настройке коллиматора и входной щели). Освободите алидаду (винт 24) и установите настроенную на бесконечность зрительную трубу напротив коллиматора. Тонкую настройку проведите винтом 25 при зажатом винте 24. Наблюдая за изображением щели в зрительную трубу, вращением винта 4 (перемещением объектива коллиматора) настройтесь на резкое изображение щели.
13. Ограничьте до нескольких миллиметров видимую высоту коллиматорной щели, перемещая вдоль неё диафрагму «ласточкин хвост».
14. Изменяя наклон коллиматора винтом 6, выведите резкое изображение щели на середину поля зрения окуляра.
15. Подберите рабочую ширину входной щели так, чтобы её видимая ширина составляла 1,5–2 расстояния между полосами двойного отсчётного штриха. Уберите лист бумаги от источника.

V. Отсчёт углов

16. Глядя в окуляр 15 и вращая оправу окуляра, настройтесь на резкое изображение лимба (круговой шкалы) и вертикальной шкалы, расположенной справа от лимба (рис. 3).

Вращением маховичка оптического микрометра 18 (без усилий!) совместите ближайший к отсчётной риску ЛЕВЫЙ двойной оцифрованный штрих с ближайшим двойным штрихом нижней шкалы (если совместить штрихи без усилия не удаётся, вращайте маховичок 18 в другую сторону и совмещайте соседний нижний штрих); снимите отсчёт угла в градусах (на рис. 3 — 7°).

Для определения десятков минут просчитайте число интервалов между двойными штрихами от выбранного верхнего до нижнего, число возле кото-

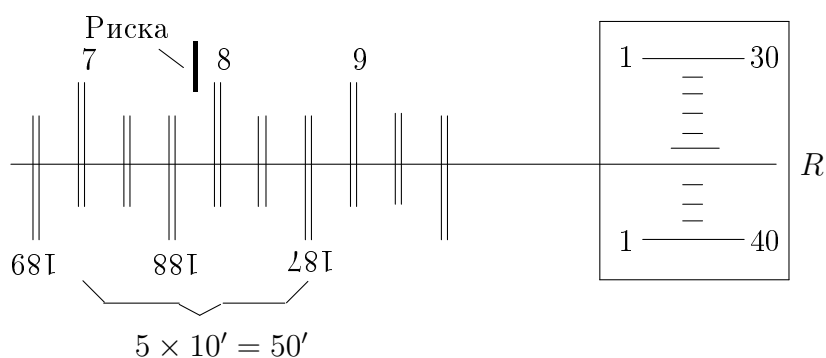


Рис. 3. Поле зрения отсчётного микроскопа ($7^\circ 51' 36''$)

рого отличается на 180° от выбранного верхнего (на рис. 3 от 7 до 187 между двойными штрихами 5 интервалов, каждый по $10'$, т. е. $50'$).

Число минут — это левая цифра вертикальной шкалы над отсчётной горизонтальной риской R (на рис. 3 — $1'$). Число секунд — это отсчёт по правой части вертикальной шкалы (на рис. 3 положение горизонтальной риски R даёт $36''$).

Положение, показанное на рис. 3, соответствует отсчёту $7^\circ 51' 36''$. Отсчётное устройство гониометра обеспечивает точность измерения угла не хуже $5''$.

VI. Установка начала отсчёта

17. Расположите трубу против коллиматора. Вращением микрометрического винта 25 (при закреплённом винте 24) совместите двойной отсчётный штрих с ахроматическим изображением входной щели.
18. Для удобства отсчёта можно выставить начальный угол $\simeq 180^\circ$. Для этого вращением маховичка 18 установите горизонтальную отсчётную риску R на отсчёт $1'00''$. Дополнительная минута рекомендуется потому, что при настройке точно на $0'0''$ (на край шкалы) часто выходит из строя маховичок 18.

Поворачивая нижнюю часть столика сначала от руки при свободном винте 26, а затем микрометрическим винтом тонкой подачи 28 при зажатом винте 26 совместите верхний штрих — 180° и нижний — 0° . При такой настройке все углы, под которыми видны спектральные линии, будут отсчитываться от $0^\circ 1'0''$ — угла падения луча (ось коллиматора под углом $\simeq 0^\circ$).

Если настройка на 180° затруднена, запишите такое начало отсчёта, которое Вы установили.

На этом настройка гониометра закончена. Чтобы не сбить начало отсчёта, **винт 26 не следует освобождать до конца измерений**. Поворачивать столик можно, освобождая только винт 27 (вращается верхняя часть столика без шкалы).

Полезно в процессе работы уточнять начало отсчёта.



Рис. 4. Спектр ртутной лампы ДРШ

Т а б л и ц а 1

Характеристики спектра ртутной лампы ДРШ

№	K ₁	K ₂	1	2	3	4	5	6
λ нм.	690,7	623,4	579,1	577,0	546,1	491,6	435,8	404,7
Цвет	красн.	красн.	желт.	желт.	зелен.	голуб.	синий	фиолет.
Яркость	4	4	10	8	10	4	4	3

Исправлено 8-II-2018 г.