

Измерение показателя преломления прозрачных твердых тел

Приборы и принадлежности: микроскоп, микрометр, набор стеклянных пластинок.

В основе данного метода лежит явление кажущегося уменьшения толщины стеклянной пластины вследствие преломления лучей на границе раздела двух сред. Если светящаяся точка S расположена на нижней поверхности пластинки (рис. 1), то луч 1, падающий перпендикулярно к верхней поверхности, пройдет без преломления, а лучи 2 и 2' преломятся и выйдут в воздух над пластинкой под углом β

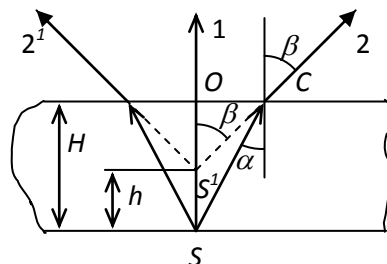


Рис.1

На продолжении этих лучей в точке их пересечения с лучом I получим мнимое изображение S' светящейся точки S . Толщина пластинки как бы уменьшилась на величину h . Так как через верхнюю поверхность пластинки лучи выходят в среду оптически менее плотную (воздух), то, положив показатель преломления воздуха равным единице, закон преломления света запишется в виде

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad (1)$$

где n – показатель преломления пластинки.

Так как углы α и β малы, то их синусы можно приравнять к тангенсам. Тогда вместо равенства (1) получаем

$$\frac{1}{n} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (2)$$

После подстановки $\operatorname{tg} \alpha = |OC| / H$ и $\operatorname{tg} \beta = |OC| / (H - h)$ в формулу (2) и решения полученного уравнения относительно n находим:

$$n = \frac{H}{H - h} \quad (3)$$

Формула (3) является расчетной при измерении показателя преломления прозрачных твердых тел с помощью микроскопа. Как следует из полученного соотношения, определение показателя преломления сводится к измерению действительной и кажущейся толщины пластинки.

Для определения кажущейся толщины пластинки на ее верхнюю и нижнюю поверхности нанесены риски друг против друга. Пластинку кладут на предметный столик микроскопа. Перемещая тубус микроскопа, добиваются четкого изображения одной риски, затем другой, снимая соответствующие отсчеты h_1 и h_2 по шкалам микрометра. Разность полученных отсчетов равна кажущейся толщине пластинки:

$$H - h = h_2 - h_1.$$

Действительную толщину пластинки H измеряют микрометром. Подставляя измеренные значения H и $(h_2 - h_1)$ в формулу (3), находят неизвестный показатель преломления:

$$n = \frac{H}{h_2 - h_1} \quad (4)$$

Для проведения измерений на тубусе микроскопа закреплен микрометр 1 (рис.2,а). Цена деления большой круглой шкалы 0,01 мм, а маленькой – 1 мм. Вращая маховички 2, установить «ноль» маленькой круглой шкалы микрометра. На большой шкале «ноль» можно установить (после установки «ноля» малой шкалы) поворачивая накатанное кольцо корпуса микрометра. При правильной установке микрометра «на ноль» его щуп 3 касается предметного столика микроскопа (рис.2,а)

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Внимание: при настройке резкости следите за тем, чтобы объективом не раздавить исследуемый образец!

При передвижении образца помните, что микроскоп переворачивает изображение.

1. Развернуть микроскоп на лабораторном столе шкалой микрометра прямо напротив себя. Наблюдая в окуляр повернуть зеркало так, чтобы все поле зрения оказалось равномерно освещено.
2. Установить показание микрометра «на ноль» рис. 2, а.

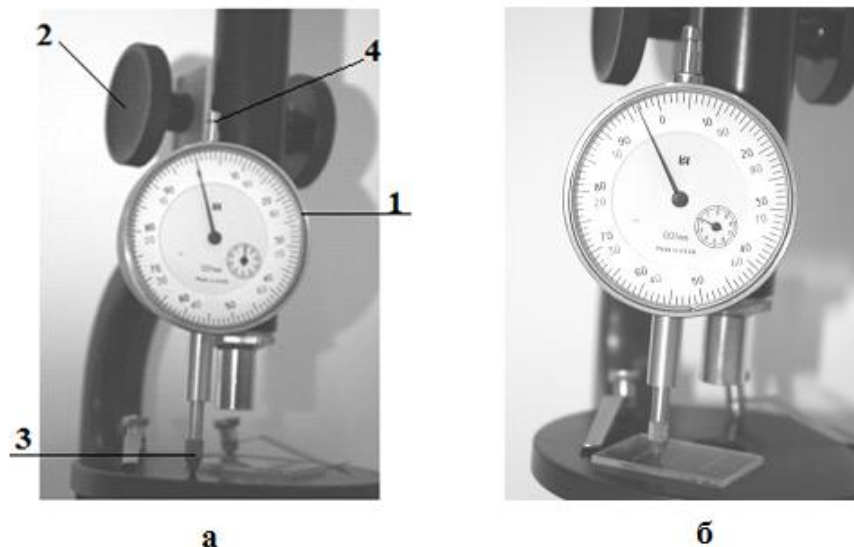


Рис. 2

3. Приподнять штوك 4 микрометра и положить исследуемый образец под щуп микрометра (рис. 2,б). Снять показания с круглых шкал прибора (на рис. 2, б показан отсчет 2,97 мм). Микрометр покажет **действительную толщину** образца. Измерить толщину образца в трех различных точках.
4. Поместить исследуемую пластинку на предметный столик микроскопа так, чтобы точка пересечения верхней и нижней рисок находилась под объективом (щуп микрометра касается предметного столика). Опустить тубус микроскопа, чтобы объектив оказался на минимальном расстоянии от плоскости столика.
5. Наблюдая в окуляр, медленно поднимать тубус до тех пор, пока в поле зрения появится резкое изображение нижней риски. Следует фокусировать край риски или какую-нибудь мелкую деталь края риски на стекле. Щуп микрометра должен упираться в столик микроскопа. Снять показания со шкал микрометра.
6. Не переворачивая пластинки, поднять объектив вверх и получить четкое изображение верхней риски. Снять показания со шкал микрометра.
7. Выполнить п.п. 5 -6 в двух других точках (перекрестиях) этого же образца.
8. Рассчитать среднее арифметическое значение величин h_1 , h_2 , H и, подставив их в формулу (4), рассчитать показатель преломления.
9. Выполнить п. п. 2 – 8 для других образцов.
10. Проанализировать полученные результаты измерения показателя преломления пластин, оценить погрешности измерений.