ГОСТ 28869—90

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МАТЕРИАЛЫ ОПТИЧЕСКИЕ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Издание официальное

БЗ 6—2004

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 681.7.03.001.4:006.354 Группа П49

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МАТЕРИАЛЫ ОПТИЧЕСКИЕ

Методы измерений показателя преломления

ГОСТ 28869—90

Optical materials.
Mothods of measuring the refractive index

МКС 37.020
ОКСТУ 4409

Дата введения 01.01.92

Настоящий стандарт распространяется на оптическое стекло (далее — стекло) и оптические кристаллы кубической сингонии (далее — кристаллы) и устанавливает обязательные методы измерений показателя преломления (гониометрические и рефрактометрические) в видимой и инфракрасной областях спектра.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Метод измерения показателя преломления следует выбирать в зависимости от предельной погрешности измерений, приведенной в приложении 1, технико-экономической целесообразности выполнения требований к изготовлению образца для измерений, установленных для каждого метода.

В случае необходимости проведения измерений показателей преломления и дисперсий с повышенной точностью требования к качеству измеряемых образцов, к средствам и условиям измерения должны устанавливаться в зависимости от конкретного объекта и цели измерения, с учетом особенностей используемого прибора и заданной погрешности.

1.2. Гониометрические методы включают:

- метод наименьшего отклонения;
- метод автоколлимации.

Рефрактометрические методы включают:

- метод измерения на рефрактометре Пульфриха;
- метод измерения на V-рефрактометре;
- метод измерения на рефрактометре Аббе;
- метод измерения на компенсационном рефрактометре;
- интерференционный сравнительный метод измерения (метод Обреимова).

1.3. Измерение показателя преломления проводят для длин волн, при которых нормируют качество или характеризуют свойства оптического материала.

По измеренным показателям преломления вычисляют значения средней дисперсии и коэффициента дисперсии. Значения частных дисперсий и относительных частных дисперсий вычисляют при необходимости.

Длины волн и соответствующие им линии спектра химических элементов указаны в приложении 2.

1.4. Все использованные средства измерений должны быть поверены или аттестованы.

1.5. Выбор методов измерения показателя преломления — по приложению 1.

2. МЕТОД НАИМЕНЬШЕГО ОТКЛОНЕНИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ НА ГОНИОМЕТРЕ

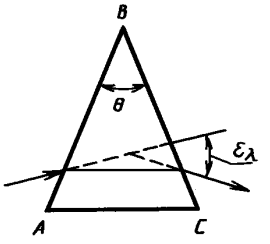
2.1. Сущность метода

2.1.1. Метод наименьшего отклонения основан на измерении преломляющего угла Θ образца

Издание официальное Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1991
© ИПК Издательство стандартов, 2005

в форме призмы с главным сечением* в виде равнобедренного треугольника и угла наименьшего отклонения ε_λ луча с длиной волны λ, проходящего в призме параллельно ее основанию (черт. 1).



Черт. 1

2.1.2. Показатель преломления (n (λ)) рассчитывают по формуле

$$n(\lambda) = \frac{\sin\frac{\Theta + \varepsilon_\lambda}{2}}{\sin\frac{\Theta}{2}}. \qquad (1)$$

2.2. Требования к отбору образцов

2.2.1. Отбор образцов следует проводить по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

2.2.2. Образец оптического материала должен иметь форму трехгранной равнобедренной призмы с преломляющим углом Θ, соответствующим требованиям формулы

$$\Theta = 2\left[\arcsin\frac{1}{n(\lambda)} - \left(6^{+1,5}_{-3,5}\right)\right]. \qquad (2)$$

2.2.3. Длина рабочих сторон АВ и ВС главного сечения образца должна обеспечивать требование к предельному углу разрешения зрительной трубы (п. 2.3.1).

Размеры рабочей преломляющей грани образца должны быть не менее 30 × 50 мм.

2.2.4. Допуск плоскостности рабочих граней образца стекла должен быть не более 0,25 интерференционной полосы, образца кристалла — не более 0,5 интерференционной полосы.

Угол между рабочими гранями и опорной плоскостью, параллельной главному сечению призмы, должен быть 90° ± 1′.

2.2.5. Поверхности рабочих граней образца, заключающие преломляющий угол Θ, должны быть отполированы. Параметр шероховатости $R_z \le 0{,}050$ мкм — по ГОСТ 2789.

2.2.6. В рабочем объеме образца не должно быть скоплений пузырей и включений.

Требования к качеству материала — по ГОСТ 23136:

- оптическая однородность — 1-й категории;
- бессвильность (категория и класс) — 1А;
- двулучепреломление — 2-й категории.

Поверхности рабочих граней образца не должны иметь царапин, точек, участков с недополировкой, а также налетов, пятен, пленок и других следов разрушения поверхностей.

2.2.7. Коэффициент пропускания τ (λ) образца должен быть не менее 0,30.

2.3. Требования к средствам измерений

2.3.1. Гониометры и гониометры-спектрометры, используемые для измерения показателя преломления, должны соответствовать требованиям табл. 1.

---

* Главным сечением призмы является плоскость, перпендикулярная к обеим ее рабочим граням.

Таблица 1

Наименование показателя, размерность	Значение показателя
Диапазон длин волн, нм	400—700
Диапазон измеряемых значений показателя преломления	Не ограничен
Диапазон измерения плоских углов	0°—360°
Пределы допускаемой погрешности при измерении любого углового интервала	±2″
Предельный угол разрешения зрительной трубы, не более	2,5″

2.3.2. Источник излучения должен обеспечивать работу в области от 400 до 700 нм. В качестве источника излучения следует применять газоразрядные лампы с наполнителями: гелием, кадмием, натрием, ртутью, водородом.

2.3.3. Для контроля рабочих условий следует применять:

- термометр по ГОСТ 28498 с ценой деления не более 0,1 °С;
- барометр с ценой деления не более 1 кПа;
- гигрометр с ценой деления не более 5 %.

2.4. Требования к подготовке измерений

2.4.1. Подготовку прибора к измерению и проверку его работы проводят согласно прилагаемой к нему инструкции по эксплуатации.

2.4.2. Перед началом измерения образцы должны быть выдержаны в рабочем помещении в течение времени, достаточного для того, чтобы они приняли температуру окружающего пространства.

2.4.3. Рабочие поверхности образца должны быть тщательно очищены от загрязнений. Допускается для этого использовать этиловый спирт по ГОСТ 18300 или спирто-эфирную смесь для чистки оптических деталей СЭ-90.

2.4.4. Измерения следует проводить в затемненном рабочем помещении во избежание попадания на приемник излучения прямых световых потоков.

2.5. Требования к проведению измерений

2.5.1. Образец следует установить на столике гониометра так, чтобы он находился в центре поля зрения коллиматора и зрительной трубы, а его рабочие грани были перпендикулярны к визирной оси зрительной трубы; световые пучки, падающие на его грани, отражающиеся от них и преломляющиеся, должны занимать середину отверстий объективов коллиматора и зрительной трубы.

2.5.2. Измерения показателя преломления следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

2.5.3. Измерения проводят при нормальных условиях рабочего пространства по ГОСТ 8.050:

температура воздуха, °С . . . . . 20,0±0,5
атмосферное давление, кПа . . . . . 101,325±1,500
относительная влажность воздуха, % . . . . . 58±10

Колебание температуры во время измерений должно быть не более 0,5 °С.

2.5.4. Допускается проводить измерения показателя преломления при условиях, выходящих за пределы значений, характеризующих нормальные условия рабочего пространства, с учетом поправок на температурный коэффициент показателя преломления оптического материала и показатель преломления воздуха.

Пересчет показателя преломления следует проводить по формулам:

$$n_0(\lambda) = n(\lambda)\frac{N(\lambda, p, t, f)}{N_0(\lambda)} - \frac{\beta_{абс}}{N_0(\lambda)} \cdot (t - 20°); \tag{3}$$

$$\left[N(\lambda, p, t, f) - 1\right] \cdot 10^8 = \left[8342{,}13 + \frac{2406030}{(130 - k_0^2)} + \frac{15997}{38{,}9 - k_0^2}\right] \times$$

$$\times \frac{p}{96{,}0955} \cdot \left[\frac{1 + p\,(6{,}13 - 0{,}100\,t) \cdot 10^{-6}}{1 + 0{,}0036610\,t}\right] - f \cdot \left[42{,}92 - 0{,}343\,k_0^2\right], \tag{4}$$

где $n_0(\lambda)$ — показатель преломления материала образца при нормальных условиях;
$n(\lambda)$ — показатель преломления материала образца при условиях измерения;
$N(\lambda, p, t, f)$ — показатель преломления воздуха при условиях измерения;
$N_0(\lambda)$ — показатель преломления воздуха при $t = 20$ °С, $p = 101{,}325$ кПа, $f = 1{,}33$ кПа;
p — давление воздуха, кПа;
t — температура, °С;
f — парциальное давление водяного пара, кПа;
k_0 — волновое число в вакууме, равное $\frac{1}{\lambda}$, мкм$^{-1}$;
$\beta_{абс}$ — температурный коэффициент показателя преломления материала.

2.5.4.1. Парциальное давление водяного пара f рассчитывают, умножая относительную влажность в процентах в рабочем пространстве во время измерения на коэффициент пропорциональности k (табл. 2).

Пример пересчета приведен в приложении 3.

При невозможности или нецелесообразности приведения результатов измерения к значениям, соответствующим нормальным условиям, фактические значения температуры, давления и влажности должны быть записаны в протоколе с результатами измерения.

Таблица 2

t, °С	k, кПа	t, °С	k, кПа	t, °С	k, кПа
10	0,0123	17	0,0193	24	0,0299
11	0,0131	18	0,0207	25	0,0317
12	0,0140	19	0,0220	26	0,0336
13	0,0149	20	0,0233	27	0,0356
14	0,0160	21	0,0249	28	0,0377
15	0,0171	22	0,0264	29	0,0400
16	0,0181	23	0,0281	30	0,0424

2.5.5. Перед началом и после окончания измерений следует измерять температуру воздуха вблизи измеряемого образца, атмосферное давление и относительную влажность в рабочем помещении. За окончательный результат принимают среднеарифметическое полученных значений.

2.5.6. Измерения каждого преломляющего угла следует проводить на трех участках лимба. При измерении каждого угла снимают не менее трех отсчетов, находят среднеарифметическое полученных значений.

2.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

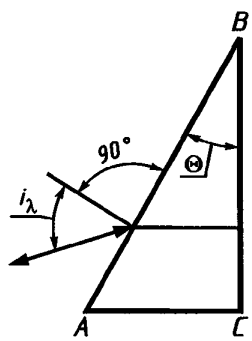
2.6.1. Значение показателя преломления рассчитывают по формуле (1). Расчет проводят до десятичного знака, на порядок большего чем предельная погрешность измерений.

2.6.2. Результаты измерений и расчетов вносят в журнал, форма которого утверждена в установленном порядке, и в документ на поставку продукции (паспорт).

3. МЕТОД АВТОКОЛЛИМАЦИИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ НА ГОНИОМЕТРАХ

3.1. Сущность метода

3.1.1. Метод автоколлимации основан на измерении преломляющего угла Θ образца в форме призмы с главным сечением в виде прямоугольного треугольника и автоколлимационного угла падения (равного углу выхода) i_λ луча с длиной волны λ, проходящего в призме параллельно ее основанию и перпендикулярно к отражающей грани (черт. 2).



Черт. 2

3.1.2. Показатель преломления ($n(\lambda)$) рассчитывают по формуле

$$n(\lambda) = \frac{\sin i_\lambda}{\sin \Theta}. \qquad (5)$$

3.2. Требования к отбору образцов

3.2.1. Отбор образцов — по п. 2.2.1.

3.2.2. Образец оптического материала должен иметь форму трехгранной прямоугольной призмы с преломляющим углом Θ, соответствующим требованиям формулы

$$\Theta = \arcsin \frac{1}{n(\lambda)} - \left(6^{+1,5}_{-3,5}\right), \tag{6}$$

3.2.3. Длина рабочих граней главного сечения образца должна обеспечивать требования к предельному углу разрешения зрительной трубы (коллиматора).

Размеры рабочей преломляющей грани образца должны быть не менее 30 × 50 мм.

3.2.4. Допуск плоскостности рабочих граней образца — по п. 2.2.4.

Допуск плоскостности рабочих граней образца стекла для измерения на автоматизированном гониометре-спектрометре — 0,2 интерференционной полосы, образца кристалла — 0,5 интерференционной полосы.

Допуск плоскостности рабочих граней образца бескислородных стекол для измерения на инфракрасном гониометре — две интерференционные полосы.

3.2.5. Требования к обработке поверхности рабочих граней образца — по п. 2.2.5.

На поверхности рабочей отражающей грани образца должно быть нанесено зеркальное покрытие, обеспечивающее спектральный коэффициент отражения не менее 0,90.

3.2.6. Требования к качеству материала образца — по пп. 2.2.6, 2.2.7.

3.3. Требования к средствам измерений

3.3.1. Гониометры и гониометры-спектрометры, используемые для измерения показателя преломления, должны соответствовать требованиям табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателя, размерность	Значение показателя		
	при измерении на гониометре, гониометре-спектрометре	при измерении на автоматизированном гониометре-спектрометре	при измерении на инфракрасном гониометре
Диапазон длин волн, нм	400—700	400—700	400—1200
Диапазон измеряемых значений показателя преломления	Не ограничен		
Диапазон измерения плоских углов	0°—360°		
Пределы допускаемой погрешности при измерении любого углового интервала	±2″	±0,5″	±1″
Предельный угол разрешения зрительной трубы или автоколлиматора, не более	2,5″	—	2,5″

3.3.2. Требования к источнику и приемнику излучения должны устанавливаться в совокупности с требованиями к гониометру в целом в зависимости от спектральной области измерения показателя преломления.

3.3.3. Требования к приборам для контроля рабочих условий — по п. 2.3.3.

3.4. Требования к подготовке измерений

3.4.1. Подготовку прибора к измерению и проверку его работы проводят согласно прилагаемой к нему инструкции по эксплуатации.

3.4.2. Требования к подготовке образца к измерению — по пп. 2.4.2 и 2.4.3.

3.4.3. Требования к рабочему помещению — по п. 2.4.4.

3.5. Требования к проведению измерений

3.5.1. Требования к установке образца на столике гониометра — по п. 2.5.1.

3.5.2. Измерения показателя преломления следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

3.5.3. Требования к условиям измерений — по пп. 2.5.3—2.5.6.

3.5.4. Измерения каждого угла следует проводить на трех участках лимба. При измерении каждого угла снимают не менее трех отсчетов. Окончательное значение угла определяют как среднеарифметическое значение полученных отсчетов.

Для снижения погрешности, обусловленной субъективностью восприятия изображения щели, рекомендуется проводить измерения при двух симметричных положениях призмы, при которых преломляющее ребро призмы находится слева от визирной оси, а затем справа (или наоборот).

3.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

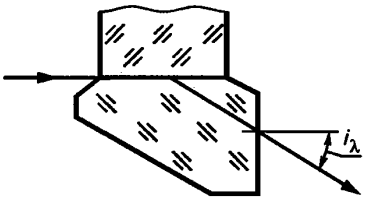
3.6.1. Значение показателя преломления рассчитывают по формуле (5). Требования к расчету — по п. 2.6.1.

3.6.2. Требования к записи результатов измерений и расчетов — по п. 2.6.2.

4. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НА РЕФРАКТОМЕТРЕ ПУЛЬФРИХА

4.1. Сущность метода

4.1.1. Метод основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении луча из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем.



Черт. 3

Для определения показателя преломления измеряют предельный угол i_λ выхода луча из измерительной призмы (черт. 3).

4.1.2. Показатель преломления (n (λ)) для преломляющего угла призмы, равного 90°, рассчитывают по формуле

$$n(\lambda) = \sqrt{N_\lambda^2 - \sin^2 i_\lambda}, \qquad (7)$$

где N_λ — показатель преломления измерительной призмы для длины волны λ.

4.2. Требования к отбору образцов

4.2.1. Отбор образцов следует проводить по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

4.2.2. Образец должен иметь форму прямоугольной пластины размерами не менее 15×15× 4 мм.

4.2.3. Угол между рабочими гранями образца должен быть равен 90° ± 10′. Фаски и выколки на ребре прямого угла не допускаются.

4.2.4. Допуск плоскостности рабочих поверхностей образца — две интерференционные полосы на 1 см с местными отклонениями до 0,5 интерференционной полосы.

4.2.5. Поверхности рабочих граней должны быть отполированы. Параметр шероховатости $R_z \leq 0{,}050$ мкм — по ГОСТ 2789.

4.2.6. В рабочем объеме образца не должно быть скоплений пузырей и включений.

Требования к качеству материала — по ГОСТ 23136:

- бессвильность — 2-й категории;
- двулучепреломление — 3-й категории.

4.3. Требования к средствам измерений

4.3.1. Рефрактометр Пульфриха, используемый для измерений, должен соответствовать требованиям табл. 4.

Таблица 4

Наименование показателя, размерность	Значение показателя
Диапазон длин волн, нм	440—660
Диапазон измеряемых значений показателя преломления	1,33—1,78
Предельный угол разрешения зрительной трубы, не более	12″
Цена деления шкалы отсчетного устройства, не более	4″

4.3.2. Требования к источнику излучения — по п. 2.3.2.

4.3.3. Иммерсионная жидкость, используемая при измерении, должна иметь показатель преломления больше показателя преломления образца, но не больше показателя преломления измерительной призмы.

4.3.4. Требования к приборам для контроля рабочих условий — по п. 2.3.3.

4.4. Требования к подготовке измерений

4.4.1. Подготовку прибора и проверку его работы проводят согласно прилагаемой к нему инструкции по эксплуатации.

4.4.2. Требования к подготовке образца к измерению — по пп. 2.4.2, 2.4.3.

4.4.3. Требования к рабочему помещению — по п. 2.4.4.

4.5. Требования к проведению измерений

4.5.1. Установку образца и измерение показателя преломления следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

4.5.2. Измерение следует проводить при температуре (20 ± 2) °С.

4.5.3. При измерении предельного угла для каждой спектральной линии снимают не менее пяти отсчетов.

Окончательное значение угла определяют как среднеарифметическое значение полученных отсчетов.

4.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

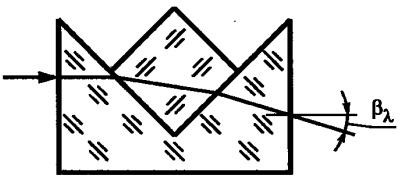
4.6.1. Значения показателя преломления рассчитывают по формуле (7). Требования к расчету — по п. 2.6.1.

4.6.2. Требования к записи результатов измерений и расчетов — по п. 2.6.2.

5. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НА V-РЕФРАКТОМЕТРЕ

5.1. Сущность метода

5.1.1. Метод основан на измерении угла отклонения β_λ луча, проходящего через систему призм из испытуемого материала и измерительной призмы (черт. 4).



Черт. 4

5.1.2. Показатель преломления (n (λ)) для длины волны λ рассчитывают по формуле

$$n(\lambda) = \sqrt{N_\lambda^2 + \sin\beta_\lambda \sqrt{N_\lambda^2 - \sin^2\beta_\lambda}}, \qquad (8)$$

где N_λ — показатель преломления измерительной призмы для длины волны λ;

β_λ — угол между выходящим лучом и нормалью к входной поверхности измерительной призмы.

5.2. Требования к отбору образцов

5.2.1. Отбор образцов следует проводить по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

5.2.2. Образец должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда со стороной сечения не менее 17 мм.

Толщина образца должна быть от 4 до 20 мм в зависимости от прозрачности материала и интенсивности излучения источника.

5.2.3. Угол между рабочими гранями образца должен быть 90° ± 1′.

5.2.4. Допуск плоскостности рабочих поверхностей образца — три интерференционные полосы с местным отклонением до 0,5 интерференционной полосы.

5.2.5. Поверхности образца должны быть отшлифованы (параметр шероховатости $Ra \leq 0{,}63$ мкм — по ГОСТ 2789) или отполированы (параметр шероховатости $Rz \leq 0{,}050$ мкм — по ГОСТ 2789).

5.2.6. В рабочем объеме образца не должно быть скоплений пузырей и включений.

Требования к качеству материала — по ГОСТ 23136:

- бессвильность — 2-й категории;
- двулучепреломление — 3-й категории.

5.3. Требования к средствам измерений

5.3.1. V-рефрактометр, используемый для измерений, должен соответствовать требованиям табл. 5.

Таблица 5

Наименование показателя, размерность	Значение показателя
Диапазон длин волн, нм	440—660
Диапазон измеряемых значений показателя преломления	1,29—1,83
Предельный угол разрешения зрительной трубы, не более	12″
Цена деления шкалы отсчетного устройства, не более	3″

5.3.2. Требования к источнику излучения — по п. 2.3.2.

5.3.3. Иммерсионная жидкость, используемая при измерении, должна иметь показатель преломления, отличающийся от показателя преломления материала не более чем на 0,02.

5.3.4. Требования к приборам для контроля рабочих условий — по п. 2.3.3.

5.4. Требования к подготовке измерений

5.4.1. Подготовку прибора и проверку его работы проводят согласно прилагаемой к нему инструкции по эксплуатации.

5.4.2. Требования к подготовке образца к измерению — по пп. 2.4.2 и 2.4.3.

5.4.3. Требования к рабочему помещению — по п. 2.4.4.

5.5. Требования к проведению измерений

5.5.1. Установку образца и измерение показателя преломления следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

5.5.2. Измерение следует проводить при температуре (20 ± 2) °С.

5.5.3. При измерении предельного угла для каждой спектральной линии снимают не менее пяти отсчетов и определяют среднеарифметическое значение полученных отсчетов, принимая его за окончательное значение угла.

5.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

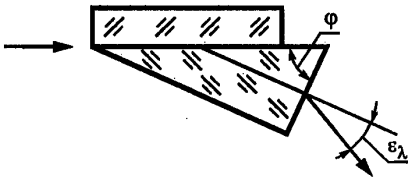
5.6.1. Значения показателя преломления рассчитывают по формуле (8). Требования к расчету — по п. 2.6.1.

5.6.2. Требования к записи результатов измерений и расчетов — по п. 2.6.2.

6. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НА РЕФРАКТОМЕТРЕ АББЕ

6.1. Сущность метода

6.1.1. Метод основан на явлении полного внутреннего отражения и определении угла выхода луча, проходящего из образца в измерительную призму, обладающую по сравнению с образцом бóльшим показателем преломления (черт. 5).



Черт. 5

6.1.2. Показатель преломления (n (λ)) для длины волны λ при отсутствии шкалы показателей преломления рассчитывают по формуле

$$n(\lambda) = \sin\varphi \sqrt{N_\lambda^2 - \sin^2\varepsilon_\lambda} + \cos\varphi \cdot \sin\varepsilon_\lambda, \qquad (9)$$

где φ — угол преломления измерительной призмы,

N_λ — показатель преломления измерительной призмы,

ε_λ — предельный угол выхода луча.

6.2. Требования к отбору образцов

6.2.1. Отбор образцов следует проводить по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

6.2.2. Образец должен иметь форму плоскопараллельной пластины с углом между рабочими гранями 90° ± 10′.

6.2.3. Допуск плоскостности рабочих поверхностей образца — три интерференционные полосы с местными отклонениями до одной интерференционной полосы.

6.3. Требования к средствам измерений

6.3.1. Рефрактометр Аббе, используемый для измерений, должен соответствовать требованиям табл. 6.

Таблица 6

Наименование показателя, размерность	Значение показателя
Длины волны, при которой проводят измерения, нм	546,07 или 589,29
Диапазон измеряемых значений показателя преломления	1,20—1,70
Предельный угол разрешения зрительной трубы, не более	0,5′
Цена деления отсчетного устройства:	
- по шкале показателей преломления	0,001
- по шкале углов с нониусом	1′

6.3.2. В качестве источника излучения для прибора со шкалой показателей преломления и компенсатором применяют лампу накаливания или спектральную лампу с фильтром, выделяющим заданную длину волны или дневной свет.

В качестве источника излучения прибора со шкалой углов следует применять спектральную лампу с фильтром.

6.3.3. Требования к иммерсионной жидкости — по п. 4.3.4.

6.3.4. Требования к приборам для контроля рабочих условий — по п. 2.3.3.

6.4. Требования к подготовке измерений

6.4.1. Подготовку прибора и проверку его работы проводят согласно прилагаемой к нему инструкции по эксплуатации.

6.4.2. Требования к подготовке образца — по п. 2.4.3.

6.5. Требования к проведению измерений

6.5.1. Установку образца и измерение показателя преломления следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

6.5.2. Измерение следует проводить при температуре (20 ± 5) °С.

6.5.3. По шкале, в зависимости от исполнения прибора, снимают либо непосредственно показатель преломления, либо угол выхода луча ε_λ.

6.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

6.6.1. Значение показателя преломления при отсутствии шкалы показателей преломления рассчитывают по формуле (9).

Требования к расчету — по п. 2.6.1.

6.6.2. Требования к записи результатов измерений и расчетов — по п. 2.6.2.

7 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НА КОМПЕНСАЦИОННОМ РЕФРАКТОМЕТРЕ

7.1. Сущность метода

7.1.1. Дифференциальный метод измерения показателя преломления основан на явлении интерференции дифрагированных лучей вдоль границы соприкосновения двух материалов с разными показателями преломления.

Разность хода лучей, возникающую на границе сравниваемых образцов, измеряют при помощи компенсатора, состоящего из подвижного и неподвижного клиньев, в котором она может меняться пропорционально перемещению клина.

7.1.2. Разность показателей преломления сравниваемых образцов рассчитывают по формуле

$$\Delta n(\lambda) = \frac{C_\lambda (m_0 - m) \cdot 10^{-6}}{s}, \qquad (10)$$

где C_λ — постоянная компенсатора, т.е. разность хода лучей с длиной волны λ, вносимая компенсатором, соответствующая цене деления шкалы, нм/мм;

m_0 — отсчет по шкале компенсатора при разности хода лучей, равной нулю, мм;

m — отсчет, соответствующий компенсированной разности хода лучей для сравниваемых образцов, мм;

s — толщина сравниваемых образцов в направлении прохождения лучей, мм.

7.2 Требования к отбору образцов

7.2.1. Отбор образцов следует проводить по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

7.2.2. Сравниваемые образцы должны иметь форму прямоугольных параллелепипедов размерами не менее 10 × 10 × 10 мм. Рекомендуемые размеры сравниваемого образца 20 × 10 × 10 мм, образца, относительно которого ведется сравнение, — 14 × 10 × 10 мм.

7.2.3. Сравниваемые образцы должны быть склеены между собой наибольшими гранями, предварительно отшлифованными. Параметр шероховатости $Ra \leq 0{,}63$ мкм — по ГОСТ 2789. Толщина склейки должна быть не более 0,2 мм.

Поверхности рабочих граней склеенных образцов, перпендикулярных к плоскости склейки, следует обрабатывать совместно.

Допуск перпендикулярности плоскости склейки к рабочим граням — 10′.

7.2.4. Допуск плоскостности рабочих поверхностей склеенных образцов — три интерференционные полосы при местном отклонении до 0,5 интерференционной полосы.

7.2.5. Поверхности рабочих граней должны быть отполированы. Параметр шероховатости $Rz \leq 0{,}050$ мкм — по ГОСТ 2789.

7.2.6. Допуск параллельности рабочих граней склеенных образцов вблизи плоскости склейки — 0,01 мм.

7.2.7. В рабочем объеме образцов вблизи плоскости склейки не должно быть скоплений пузырей и включений.

Требования к качеству материала — по ГОСТ 23136:

- бессвильность — 2-й категории;
- двулучепреломление — 3-й категории;
- разность дисперсий склеенных образцов должна быть не более $5 \cdot 10^{-5}$.

7.3. Требования к средствам измерений

7.3.1. Компенсационный рефрактометр для измерения разности показателей преломления должен соответствовать требованиям табл. 7.

Таблица 7

Наименование показателя, размерность	Значение показателя
Диапазон длин волн, мкм	От 480 до 660
Диапазон измерения компенсатора, число интерференционных порядков	±20
Разность хода, соответствующая делению шкалы компенсатора, не менее	$\frac{\lambda}{50}$
Цена деления микрометрического винта, мм, не более	0,01

7.3.2. В качестве источника излучения следует применять спектральную лампу с фильтрами, выделяющими выбранную длину волны, и лампу накаливания.

7.3.3. Накладные стекла, используемые при контроле образцов со шлифованными рабочими поверхностями, должны иметь форму прямоугольных пластин размерами $20 \times 20 \times 2$ мм.

Допуск плоскостности рабочих поверхностей — пять интерференционных полос.

7.3.4. Иммерсионная жидкость, используемая при измерении, должна иметь показатель преломления, отличающийся от показателя преломления образца, относительно которого ведется сравнение, более чем на $2 \cdot 10^{-3}$.

7.3.5. Требования к приборам для контроля рабочих условий — по п. 2.3.3.

7.4. Требования к подготовке измерений

7.4.1. Подготовку прибора и проверку его работы проводят согласно прилагаемой к нему инструкции по эксплуатации.

7.4.2. Перед измерением разности показателей преломления проводят градуировку компенсатора по линиям спектра газоразрядной лампы.

Для градуировки компенсатора необходимо определить смещение (m_0—m_1) клина, соответствующее изменению разности хода лучей длины волны λ на целое, возможно большее число N порядков интерференции, и вычислить значение постоянной C по формуле

$$C = \frac{N \cdot \lambda}{m_0 - m_1}, \qquad (11)$$

где m_1 — отсчет, соответствующий изменению разности хода лучей для N-го порядка интерференции.

Градуировка должна проводиться периодически, не реже одного раза в год.

7.4.3. Требования к подготовке образца — по пп. 2.4.2 и 2.4.3.

7.4.4. Требования к рабочему помещению — по п. 2.4.4.

7.5. Требования к проведению измерений

7.5.1. Установку образца и измерение показателя преломления следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

7.5.2. Измерения следует проводить при температуре (20 ± 2) °С.

Изменение температуры образцов во время измерения не должно превышать 0,1 °С.

7.5.3. При измерении снимают не менее пяти отсчетов, соответствующих полной компенсации

разности хода лучей. За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение полученных отсчетов.

7.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

7.6.1. Значение разности показателей преломления рассчитывают по формуле (10).

Требования к расчету — по п. 2.6.1.

7.6.2. Требования к записи результатов измерения и расчетов — по п. 2.6.2.

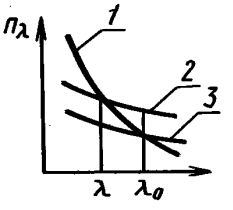
8. ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ (МЕТОД ОБРЕИМОВА)

8.1. Сущность метода

8.1.1. Метод основан на явлении исчезновения видимости границ оптического материала, погруженного в иммерсионную жидкость, при длине волны монохроматического излучения, для которой показатель преломления жидкости и материала равны.

Метод сводится к измерению разности показателей преломления измеряемого образца (далее — пробы) и контрольного образца (далее — образца), погруженных в иммерсионную жидкость.

При помощи монохроматора определяют длину волны, λ_0, при которой исчезает видимость границ образца, а затем длину волны λ, при которой исчезает видимость границ пробы (черт. 6).



1 — жидкость; *2* — проба; *3* — образец

Черт. 6

8.1.2. Разность показателей преломления пробы и образца определяют по формуле

$$\Delta n_\lambda = n_{пр} - n_{об} = \frac{N \cdot \lambda}{s} \cdot 10^{-6}, \qquad (12)$$

где s — толщина образца, мм;

$n_{об}$ — показатель преломления образца;

$n_{пр}$ — показатель преломления пробы;

N — число интерференционных полос, прошедших через рабочее ребро образца при переходе от длины волны λ_0 к длине волны λ.

8.1.3. Показатель преломления пробы оптического материала рассчитывают по формуле

$$n_{пр} = n_{об} + \Delta n_\lambda. \qquad (13)$$

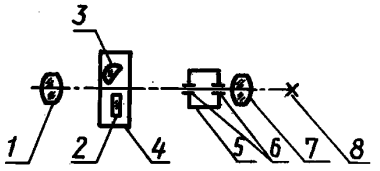
8.2. Требования к отбору образцов

8.2.1. Проба может быть любой формы. Рабочая грань должна иметь ширину от 0,5 до 3,0 мм или двугранный угол, ограниченный прозрачными гранями.

8.2.2. В пробе на расстоянии не менее 2 мм от края рабочей грани не должно быть свилей, видимых невооруженным глазом, скоплений пузырей и включений.

8.3. Требования к средствам измерений

8.3.1. Схема оптической установки для измерения показателя преломления методом Обреимова приведена на черт. 7.



1 — окуляр; *2* — контрольный образец; *3* — проба; *4* — кювета с иммерсионной жидкостью; *5* — монохроматор; *6* — входная и выходная щели монохроматора; *7* — конденсаторная линза; *8* — источник излучения

Черт. 7

8.3.1.1. Сменными источниками излучения служат лампы накаливания и газоразрядные лампы, обеспечивающие работу в видимой области спектра.

8.3.1.2. Монохроматор должен соответствовать следующим требованиям:

диапазон длин волн, нм	от 380 до 760
относительное отверстие объектива, не менее	1:6
разрешающая способность, нм, не менее	0,4

8.3.1.3. Кювета должна быть изготовлена из бессвильного химически устойчивого стекла. Две

противоположные рабочие поверхности кюветы должны быть отполированы. Параметр шероховатости $Rz \leq 0{,}050$ мкм — по ГОСТ 2789.

8.3.1.4. Для наблюдения интерференционной картины используют окуляры с увеличением от $4^{\times}$ до $10^{\times}$.

8.3.2. Контрольные образцы должны иметь форму квадратных плоскопараллельных пластинок, изготовленных из материала различных марок. Одна из прямоугольных боковых граней является рабочей.

Сторона квадрата должна быть не менее 8 мм, толщина образца — от 1 до 2 мм.

Допуск параллельности ребер рабочих граней образца — 0,005 мм.

Один из трехгранных углов образца, прилегающий к рабочей грани, должен быть срезан, образующийся в сечении треугольник должен иметь наибольшую сторону от 2 до 3 мм.

8.3.2.1. Рабочая грань и две большие грани, а также поверхность среза должны быть отполированы. Параметр шероховатости $Rz \leq 0{,}050$ мкм — по ГОСТ 2789.

Допуск плоскостности рабочей грани — две интерференционные полосы.

Допуск перпендикулярности рабочей грани к большим граням образца — 10′.

8.3.2.2. В рабочем объеме образца не должно быть свилей, видимых невооруженным глазом, скоплений пузырей и включений.

8.3.2.3. На каждом образце должна быть выгравирована маркировка с указанием марки материала и номера образца.

8.3.2.4. Образцы должны быть снабжены паспортом, в котором указывают: марку материала, номер образца, показатели преломления для спектральных линий e, F', C', измеренные с погрешностью не более $1{,}5 \cdot 10^{-5}$, толщину образца, измеренную с погрешностью не более 0,01 мм.

8.3.3. Показатель преломления иммерсионной жидкости должен быть подобран так, чтобы длина волны λ_0 и λ находились в видимой области спектра.

8.4. Требования к подготовке измерений

8.4.1. Подготовку установки и проверку ее работы проводят согласно инструкции по эксплуатации.

Проверку градуировки монохроматора по линиям спектра излучения газоразрядных ламп следует проводить не реже одного раза в год.

8.4.2. При проведении измерений с использованием номограммы ее предварительно вычерчивают для каждого контрольного образца в соответствии с приложением 4.

По оси ординат откладывают значения разности показателей преломления, вычисленные по формуле (10) при $N = 0; 3; 5; 10; 15$ (N — порядковый номер интерференционной полосы) для ряда длин волн в видимой области спектра.

По оси абсцисс откладывают отсчеты, соответствующие длинам волн, принятым для расчета ординат.

8.5. Требования к проведению измерений

8.5.1. В кювету наливают иммерсионную жидкость и ставят ее на столик прибора.

8.5.2. Пробу и образец оптического материала закрепляют в держателях и погружают в иммерсионную жидкость.

8.5.3. Контрольный образец устанавливают перпендикулярно к оптической оси таким образом, чтобы изображение щели монохроматора было параллельно рабочей грани образца.

Критерием перпендикулярности установки является симметричность наблюдаемой картины дифракционных полос по отношению к центральной полосе на ребре рабочей грани образца.

Критерием параллельности рабочей грани образца щелям монохроматора является четкость наблюдаемой картины.

8.5.4. При определении разности показателей преломления $\Delta n(\lambda)$ в интервале, перекрывающем деления барабана монохроматора, при которых исчезает видимость границ образца и пробы, записывают:

- отсчет x_0 — по барабану монохроматора, соответствующий длине волны исчезновения видимости границ образца λ_0;
- отсчет x — по барабану монохроматора, соответствующий длине волны исчезновения видимости границ пробы λ;
- подсчитанное целое число интерференционных полос N', проходящих через рабочее ребро образца при переходе от x_0 к x;
- отсчеты $x_{N'}$ и $x_{N'+1}$ — по барабану монохроматора, соответствующие двум соседним целым полосам, между которыми исчезает видимость границ пробы.

Каждый отсчет следует повторить три раза. За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение полученных отсчетов.

8.5.5. При измерении показателя преломления пробы материала неизвестной марки следует добиваться исчезновения видимости границ пробы при длине волны, которая может отличаться от длины волны λ_e = 546,1 нм не более чем на 2 нм.

8.5.6. При измерении разности показателей преломления Δn с использованием номограммы в интервале, перекрывающем деления барабана монохроматора, при которых исчезает видимость границ образца и пробы, записывают:

- отсчеты a_0, a_3, a_5, a_{10}, a_{15}, отвечающие прохождению через ребро рабочей грани образца нулевой, 3-й, 5-й, 10-й, 15-й интерференционной полосы;
- отсчет δ, отвечающий исчезновению видимости границ пробы материала в жидкости;
- отсчет a_0, соответствующий нулевой полосе при повторном ее измерении.

Нулевая полоса в отличие от всех других характерна тем, что она не искривляется на срезе образца.

8.5.7. Измерение разности показателей преломления для каждой пробы следует проводить два раза. За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение обоих измерений, если они расходятся между собой не более чем на $1 \cdot 10^{-4}$. При большом расхождении результатов измерения повторяют снова.

8.6. Требования к обработке и оформлению результатов измерений

8.6.1. Разность показателей преломления рассчитывают по формуле (12). Отсчет по барабану монохроматора x переводят в длину волны λ по кривой градуировки прибора.

Число интерференционных полос (N) рассчитывают по формуле

$$N = N' + \alpha\,, \tag{14}$$

N' — целое число интерференционных полос;

α — дробная часть интерференционной полосы, рассчитываемая по формулам:

$$\alpha = \frac{x_{N'} - x}{x_{N'+1} - x_{N'}}: \tag{15}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_{N'} - \lambda}{\lambda_{N'+1} - \lambda_{N'}}. \tag{16}$$

8.6.2. Разность показателей преломления с использованием номограммы определяют в следующем порядке:

отсчеты a_0, a_3, a_5, a_{10}, a_{15} отмечают точками на соответствующих кривых номограммы и через них проводят градуировочную прямую:

рассчитывают поправку Δ на отсчет (δ) по формуле

$$\Delta = a_0 - a_0' \tag{17}$$

и находят δ' по формуле

$$\delta' = \delta - \Delta\,; \tag{18}$$

значение Δn определяют по номограмме как ординату той точки градуировочной прямой, абсциссой которой является значение δ'.

8.6.3. Показатель преломления пробы оптического материала рассчитывают по формуле (13).

Разность показателя преломления Δn берут со знаком плюс при $\lambda_0 > \lambda$ и со знаком минус при $\lambda_0 < \lambda$.

8.6.4. Требования к записи результатов измерений и расчетов — по п. 2.6.2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

Таблица 8

ВЫБОР МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Метод измерения	Наименование прибора	Рабочий спектральный диапазон, нм	Диапазон измерения показателя преломления (или разности показателей преломления)	Предельная погрешность измерений		Контроль по категориям и классам — по ГОСТ 23136
				показателя преломления	средней дисперсии (коэффициента дисперсии)	
По наименьшему отклонению при измерении на гониометре	Гониометр, гониометр-спектрометр	400—700	Не ограничен	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$	Показатель преломления — 1—3-й категорий; средняя дисперсия — 2—3-й категорий; однородность партии по показателю преломления — класса Г
По автоколлимации при измерении на гониометрах	Гониометр, гониометр-спектрометр	400—700	Не ограничен	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$ ($\pm 1 \cdot 10^{-5}$)	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-6}$	Показатель преломления — 1—3-й категорий; средняя дисперсия — 2—3-й категорий; однородность партии по показателю преломления — класса Г
	Автоматизированный гониометр-спектрометр	400—700	Не ограничен	$\pm 6 \cdot 10^{-6}$ ($\pm 5 \cdot 10^{-5}$)	$\pm 3 \cdot 10^{-6}$	
	Инфракрасный гониометр	400—1100	Не ограничен	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$ ($\pm 5 \cdot 10^{-5}$)	$\pm 4 \cdot 10^{-6}$	Показатель преломления оптических материалов для ИК-области спектра
		1200—12000		$\pm 1 \cdot 10^{-4}$ ($\pm 2 \cdot 10^{-4}$)	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$	
На рефрактометре Пульфриха	Рефрактометр Пульфриха	400—700	1,33—1,78	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-5}$	Показатель преломления 3—5-й категорий; средняя дисперсия — 4—5-й категорий
На V-рефрактометре	V-рефрактометр	440—660	1,29—1,83	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	Показатель преломления 1—3-й категорий; средняя дисперсия — 2—3-й категорий
На рефрактометре Аббе	Рефрактометр Аббе	546 или 589	1,20—1,70	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-4}$	Измерения при небольших затратах времени на эксперимент
На компенсационном рефрактометре	Компенсационный рефрактометр	480—660	$1 \cdot 10^{-3}$	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$	—	Однородность партии по показателю преломления — классы А, Б, В, Г
Интерференционный сравнительный метод Обреимова	Монохроматор	400—700	$5 \cdot 10^{-3}$	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$	—	Показатель преломления 4—5-й категорий; экспресс-метод контроля марки

Примечание. В скобках приведены значения для кристаллов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ДЛИНЫ ВОЛН И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ЛИНИИ СПЕКТРА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Таблица 9

Длина волны λ, нм	Обозначение длины волны	Химический элемент
$365{,}0_1$	*i*	Hg
$404{,}6_6$	*h*	Hg
$435{,}8_3$	*g*	Hg
$479{,}9_9$	*F′*	Cd
$486{,}1_3$	*F*	H
$546{,}0_7$	*e*	Hg
$587{,}5_6$	*d*	He
$589{,}2_9$	*D*	Na
632,8	—	He—Ne (лазер)
$643{,}8_5$	*C′*	Cd
$656{,}2_8$	*C*	H
694,3	—	Cr + Al_2O_3 (лазер)
$706{,}5_2$	*r*	He
$852{,}1_1$	*s*	Cs
$1013{,}9_8$	*t*	Hg
1060,0	—	Nd (лазер)
$1128{,}6_6$	—	Hg
1153,0	—	He—Ne (лазер)
1395,1	—	Hg
10600,0	—	CO_2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПЕРЕСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ ЕГО К НОРМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ ИЗМЕРЕНИЯ

1. Пересчет проводят по формулам (3) и (4).
2. Парциальное давление водяного пара в воздухе рассчитывают по табл. 2.
3. Нормальные условия установлены в п. 2.5.3.
4. Измеренный показатель преломления n_e = 1,520000.

Измерения проводились при условиях:
температура — 20,5 °С;
давление 97,3 кПа;
влажность — 70 % отн.;
$f = k \cdot 70 = 0{,}0241 \cdot 70 = 1{,}69$ кПа.
Значение k = 0,0241 — по табл. 2.

$$k_0 = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0{,}54607} = 1{,}83126 \text{ мкм}^{-1};$$

$$k_0^2 = 3{,}35354;$$

$$\beta_{абс} = 21 \cdot 10^{-7} \text{ °С}^{-1}.$$

5. По формуле (4) рассчитывают показатель преломления воздуха при условиях измерения

$$[N, \lambda, p, t, f) - 1] \cdot 10^8 = 8342{,}13 + \frac{2406030}{130 - 3{,}35354} + \frac{15997}{38{,}9 - 3{,}35354} \times$$

$$\times \frac{97{,}3}{96{,}0955} \cdot \left[\frac{1 + 97{,}3\,(6{,}13 - 0{,}100 \cdot 20{,}5) \cdot 10^{-6}}{1 + 0{,}0036610 \cdot 20{,}5}\right] - 1{,}69 \cdot (42{,}92 - 0{,}343 \cdot 0{,}35) =$$

$$= (8342{,}13 + 18998{,}00 + 450{,}03) \cdot 1{,}013 \cdot 0{,}9306 - 1{,}69.$$

$$41{,}77 = 26197 - 71 = 26126.$$

Показатель преломления $N(\lambda, p, t, f) = 1{,}000261$.

6. По формуле (4) рассчитывают показатель преломления воздуха при нормальных условиях

$$\left[N_0(\lambda) - 1\right] \cdot 10^8 = (8342{,}13 + 18998{,}00 + 450{,}03) \cdot \frac{101{,}325}{96{,}0955} \times$$

$$\times \frac{1 + 101{,}3 \cdot (6{,}13 - 0{,}100 \cdot 20{,}0) \cdot 10^{-6}}{1 + 0{,}0036610 \cdot 20{,}0} - 1{,}35 \cdot (42{,}92 - 0{,}343 \cdot 0{,}35) =$$

$$= 27790 \cdot 1{,}054 \cdot 0{,}9356 - 1{,}35 \cdot 41{,}77 = 27404 - 56 = 27348.$$

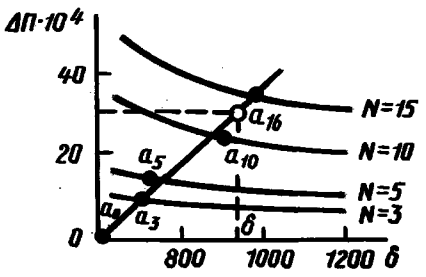
Показатель преломления $N_0(\lambda) = 1{,}000273$.

7. Показатель преломления материала, приведенный к нормальным условиям, рассчитывают по формуле (3)

$$n_0(\lambda) = 1{,}520000 \cdot \frac{1{,}000261}{1{,}000273} - \frac{21 \cdot 10^{-7}}{1{,}000273} \cdot 0{,}5 = 1{,}519981.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

Номограмма, используемая при измерении показателя преломления методом Обреимова



Δn — разность показателей преломления пробы и образца; N — порядковый номер интерференционной полосы; δ — отсчет с момента исчезновения видимости границ пробы в иммерсионной жидкости; a_i — отсчеты с момента прохождения через ребро рабочей грани образца интерференционных полос: $i = 0, 3, 5, 10, 15$

Черт. 8

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 29.12.90 № 3699

2. ВЗАМЕН ГОСТ 3516—74, ГОСТ 5421—73, ГОСТ 5723—75, ГОСТ 8201—74, ОСТ 3—2636—75, ОСТ 3—3603—87, ОСТ 3—4923—81, ОСТ 3—6480—89

3. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, приложения
ГОСТ 8.050—73	2.5.3
ГОСТ 2789—73	2.2.5; 4.2.5; 5.2.5; 7.2.3; 7.2.5; 8.3.1.3; 8.3.2.1
ГОСТ 18300—87	2.4.3
ГОСТ 23136—93	2.2.6; 4.2,6; 5.2.6; 7.2.7
ГОСТ 28498—90	2.3.3

4. ПЕРЕИЗДАНИЕ. Январь 2005 г.

Редактор *О.В. Гелемеева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 24.01.2005. Подписано в печать 01.03.2005. Усл.печ.л. 2,32. Уч.-изд.л. 1,90.
Тираж 60 экз. С 501. Зак. 117.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. “Московский печатник”, 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru