ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТЕКЛА ХИМИКО-ЛАБОРАТОРНОГО И ЭЛЕКТРОВАКУУМНОГО

МЕТОД ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНОСТИ ХОДА ЛУЧЕЙ

ГОСТ 7329—91

БЗ 7—91/846

Издание официальное

КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 666.172.7.001.4:006.354 Группа П69

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТЕКЛА ХИМИКО-ЛАБОРАТОРНОГО И ЭЛЕКТРОВАКУУМНОГО

Метод поляризационно-оптического измерения разности хода лучей

Chemical laboratory and electrovacuum glassware. Polarizable and optical method of path-length difference measuring

ГОСТ 7329—91

ОКП 43 2000

Дата введения 01.01.93

Настоящий стандарт распространяется на изделия из прозрачного бесцветного или слабо окрашенного химико-лабораторного и электровакуумного стекла и устанавливает метод поляризационно-оптического измерения разности хода лучей (разности хода), возникающей при прохождении через напряженное стекло линейно-поляризованного света и пропорциональной действующим напряжениям в стекле.

Термины, применяемые в настоящем стандарте, и их определения — в соответствии с приложением 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Метод основан на явлении двулучепреломления, которое наблюдается в напряженном стекле при прохождении через него луча линейно-поляризованного света, и заключается в разложении луча на два —обыкновенный и необыкновенный, распространяющиеся с различными скоростями и вследствие этого имеющие при выходе из напряженного стекла разность хода.

Метод включает качественное, полуколичественное и количественное определение напряжения, исходя из разности хода поляризованного света, проходящего через образец.

1.2. Метод предусматривает испытание одним из нижеприведенных способов.

1.2.1. *Качественные и полуколичественные способы*

Испытание проводят способом сравнения, который состоит в оценке на полярископе общего распределения напряжений в изделии и в оценке значения разности хода:

Издание официальное

© Издательство стандартов, 1992

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта СССР

или по сравнению наблюдаемого цвета исследуемого места с данными таблицы интерференционных цветов;

или по сравнению наблюдаемого цвета с соответствующим цветом правильно ориентированного ступенчатого клина или же одинакового изделия с количественно оцененными разностями хода на обозначенных местах.

1.2.2. *Количественные способы*

Испытание проводят способом компенсации, который состоит в количественном определении значения разности хода с помощью поляриметра, снабженного компенсатором. В качестве компенсатора применяют фазовую пластинку $\lambda/4$ с поворотным анализатором (компенсатор Сенармона).

1.3. Измерения разности хода проводят в местах изделия с максимальными напряжениями.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗЦАМ

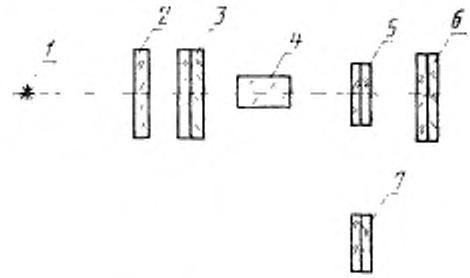
2.1. В зависимости от конструкции и размеров стеклянных изделий испытанию подвергают готовые изделия или образцы, вырезанные из них. Вырезанные образцы должны иметь максимальные размеры, которые могут быть измерены на данной аппаратуре.

2.2. Количество и вид образцов и участки изделий, в которых должны проводиться испытания, для каждого вида изделий устанавливают в нормативно-технических документах.

3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Полярископ-поляриметр

Принципиальная оптическая схема показана на черт. 1.



1 — источник света, *2* — матовое стекло, *3* — поляризатор *4* — испытуемый образец, *5* — фазовая пластинка $\lambda/4$, *6* — анализатор, *7* — фазовая пластинка *г*

Черт. 1

Предел допускаемой основной погрешности при измерении разности хода на полярископе-поляриметре равен ±10 нм.

Примечание. Измерение разности хода допускается проводить на поляриметре с другой схемой, если погрешность измерения не превышает вышеуказанную.

3.2. Ступенчатые клинья в соответствии с приложением 2, черт. 2.

3.3. Неотожженный стержень из стекла круглого сечения диаметром от 4 до 8 мм, длиной от 100 до 150 мм и отожженный стержень из стекла прямоугольного сечения с диагональю сечения от 5 до 8 мм, длиной от 100 до 150 мм.

3.4. Штангенциркуль по ГОСТ 166 с отсчетом по нониусу 0,1 мм, микрометр по ГОСТ 6507 или специальный цанговый измеритель толщины или толщиномер по нормативно-технической документации. Относительная погрешность измерения толщины стенки образцов ±5 %.

3.5. Кювета для иммерсионной жидкости из прозрачного материала с плоскопараллельными стенками и размерами, позволяющими погрузить в нее исследуемое стеклоизделие. Стенки кюветы не должны иметь напряжение.

3.6. Иммерсионные жидкости приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование иммерсионной жидкости	Коэффициент преломления	Обозначение документа
Глицерин	1,47	ГОСТ 6259
Диметилфталат-пластификатор	1,51	ГОСТ 8728
Масло анисовое	1,56	Нормативно-технический документ
Керосин	1,42	То же

3.7. Волосяная кисть для нанесения иммерсионной жидкости на поверхность образцов и стеклянные пластинки, не имеющие напряжений.

4. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЮ

4.1. Подготовка образцов

4.1.1. Температура образцов и иммерсионной жидкости должна быть до измерения выравнена с комнатной температурой.

Образцы до испытания и в процессе испытания не должны нагреваться (например, рукой) и испытывать механические нагрузки.

4.1.2. При измерении разности хода в местах изделий, которые сильно рассеивают или преломляют свет, изделие помещают в кювету с иммерсионной жидкостью или смачиваются ею.

4.2. Подготовка полярископа-поляриметра

Полярископ-поляриметр может работать как полярископ и как поляриметр.

4.2.1. Полярископ-поляриметр должен быть установлен в защищенном от яркого света месте.

4.2.2. Перед началом испытаний следует определить соответствие между знаком напряжения («плюс» — растяжение, «минус» — сжатие) при одноосном напряженном состоянии и цветом, наблюдаемым в полярископе-поляриметре

В том случае, если полярископ-поляриметр работает как полярископ, в поле зрения полярископа помещают неотожженный стержень и вращают его до появления в нем наиболее интенсивной окраски. Цвет стержня при просмотре должен соответствовать напряжению растяжения, направленному по длине стержня.

Для определения знака напряжения может быть использован отожженный стержень, подвергнутый изгибу в руках при просмотре на полярископе-поляриметре, или ступенчатый клин.

Разность хода, наблюдаемая в ступенчатом клине, должна соответствовать напряжению сжатия, направленному по длине клина.

Соответствие наблюдаемой окраски, направления и знака напряжения должно быть отмечено указателями цвета в соответствии с приложением 3, черт. 3.

Если полярископ-поляриметр работает как поляриметр, то поворачивают лимб анализатора так, чтобы при наименьшем угле поворота получилось затемнение в средней части стержня. Направление вращения лимба анализатора при данном положении стержня соответствует напряжению растяжения, направленному вдоль длины стержня.

Соответствие между знаком, направлением напряжений и направлением вращения анализатора должно быть отмечено указателями на полярископе в соответствии с приложением 4, черт. 4.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

5.1. Предварительное испытание

Подготовленные образцы сначала просматривают в темном поле полярископа или в поляриметре без светофильтра и с анализатором в нулевом положении. Находят место с наибольшей разностью хода. Если в поле зрения появится красная полоса, то разность хода превышает 540 нм и в дальнейшем измерение проводят согласно п. 5.3. Если в поле зрения нет красных полос, то измерение проводят согласно п. 5.2.

5.2. Проведение испытания при разности хода менее 540 нм

5.2.1. *Качественные и полуколичественные способы*

Измерение разности хода с применением ступенчатого клина проводят двумя методами: сравнением и компенсацией.

5.2.1.1. При измерении значения разности хода лучей методом сравнения следует образец и ступенчатый клин поместить в поле зрения полярископа так, чтобы изменение цвета интерференционной окраски в образце и клине при возрастании разности хода происходило в такой последовательности: от синего через зеленый к желтому или от красного через оранжевый к желтому.

Разность хода в образце определяют сравнением цвета испытуемого участка образца с цветом различных ступеней клина. Если цвет одной ступени клина близок или совпадает с цветом испытуемого участка образца, то разность хода в образце принимают равной разности хода в этой ступени клина.

Если цвет проверяемого участка образца окажется промежуточным между цветами соседних ступеней клина, то разность хода принимают равной половине суммы разностей хода в этих ступенях.

5.2.1.2. При измерении значения разности хода методом компенсации следует образец и ступенчатый клин поместить в поле зрения полярископа так, чтобы последовательность наблюдаемых цветов клина и образца не совпадали. Клин располагают над образцом или под ним, так, чтобы просмотр можно было проводить одновременно сквозь клин и образец. При этом в испытуемом участке образца происходит компенсация разности хода лучей. Значение разности хода уменьшается по сравнению с первоначальным значением в образце. Клин перемещают в направлении длинной стороны так, чтобы проверяемый участок образца находился последовательно против различных ступеней клина. Окраску, создаваемую совместно цветом клина и цветом образца, сопоставляют с окраской свободного поля полярископа.

Разность хода в образце принимают равной разности хода в той ступени клина, цвет которой совместно с цветом проверяемого участка образца дает окраску свободного поля полярископа или окраску, близкую к нему.

Если значения компенсации будут находиться между результатами ступеней клина, то разность хода в образце принимают равной половине значения суммы разностей этих ступеней.

Погрешность метода измерения разности хода с применением ступенчатого клина не должна быть более:

± 5 нм — при максимальной разности хода от 10 до 100 нм;

± 10—15 нм — при максимальной разности хода свыше 100 нм.

5.2.1.3. При измерении разности хода с применением таблицы интерференционных цветов изделие помещают в поле полярископа и, поворачивая, находят места в контролируемой части изделия с наиболее интенсивными интерференционными цветами.

Наблюдаемое место должно быть постоянно в центре поля зрения, так как при повороте образца до максимальной разности хода происходит изменение цвета через оранжевый или синий.

По наблюдаемой в образце интерференционной окраске определяют разность хода в нанометрах в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Интерференционный цвет	Разность хода, нм	Изменение цвета
Оранжевый	400±30	
Желтый	330±30	
Желто-зеленый	290±30	
Зеленый светлый	220±20	
Зеленый	180±20	Через синий
Зеленый темный	150±10	
Зелено-голубой	120±10	
Голубой	90±10	
Синий	70±10	
Сине-фиолетовый	50±10	
Фиолетовый	20±10	
Фиолетово-пурпурный	0	
Красный	20±10	
Красно-оранжевый	50±10	
Оранжевый	70±10	Через оранжевый
Оранжевый светлый	90±10	
Желто-оранжевый	120±10	
Желто-оранжевый светлый	150±10	
Желтый	180±20	
Желтый светлый	220±20	
Белый	290±30	
Серый светлый	330±30	

5.2.1.4. При измерении разности хода с применением иммерсионной жидкости изделие с неплоскопараллельными поверхностями следует погружать в иммерсионную жидкость или, если изделие имеет большие размеры, иммерсионную жидкость следует наносить кисточкой.

5.2.1.5. При измерении разности хода с применением контрольных образцов контрольный образец должен быть таким же, как и испытуемый, иметь одинаковые с ним размеры и разность хода.

К контрольному образцу прикрепляют ярлык с указанием контрольной разности хода.

Сравнивают интерференционные цвета в контрольном и испытуемом образцах.

5.2.2. *Количественные способы*

При измерении разности хода с помощью поляриметра лимб анализатора устанавливают на нулевую отметку, вводят пластину $\lambda/4$ и зеленый светофильтр. Анализатор поворачивают на несколько градусов в обе стороны и для компенсации выбирают то направление поворота анализатора, при котором темные полосы приближаются к месту измерения. Медленно вращают анализатор до тех пор, пока наблюдаемые в поле зрения темные полосы не сольются в одну утолщенную. Затем анализатор слегка поворачивают в обратную сторону, в результате чего образуется небольшой

просвет между полосами, которые затем снова доводят до соприкосновения. Угол поворота анализатора определяют по лимбу анализатора. Для расчета разности хода применяют среднее значение результатов трех отсчетов.

Разность хода (Δ) в нанометрах вычисляют по формуле

$$\Delta = \frac{\lambda\varphi}{180} = 3\varphi, \qquad (1)$$

где λ — длина волны света, равная 540 нм при условии применения зеленого светофильтра;

φ — угол поворота анализатора.

5.3. Проведение испытания при разности хода свыше 540 нм

При измерении разности хода с помощью поляриметра в поле зрения прибора без пластинки поворачивают образец и находят место с наибольшим количеством красных полос, т. е. место максимальной разности хода.

В определяемой области находят темную (без сопутствующих окрашенных полос) полосу нулевой разности хода (в данном положении образца); от нее отсчитывают красные полосы и в той части образца, которая от темной полосы отделена наибольшим количеством красных полос, обозначают место максимальной разности хода.

Количество N красных полос дает нам основную разность хода $\Delta = 540\ N$. К этой величине следует добавить разность хода Δ_1, которая измеряется следующим образом.

Лимб анализатора устанавливают на нулевую отметку, вводят пластину λ/4 и зеленый светофильтр, при этом красные полосы темнеют и их нельзя отличить от темной полосы нулевой разности хода. Анализатор поворачивают так, чтобы к измеряемому месту приближалась ближайшая темная полоса, т. е. произошло максимальное потемнение образца в месте просмотра.

Разность хода (Δ) в нанометрах вычисляют по формуле

$$\Delta = 540N + \frac{\lambda\varphi}{180} = 540N + 3\varphi, \qquad (2)$$

где N — число красных полос между измеряемым местом и полосой нулевой разности хода (отсчитано без светофильтра);

φ — угол поворота анализатора.

6 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

6.1. Удельную разность хода (Δ′) в миллионах в минус первой степени вычисляют по формуле

$$\Delta' = \frac{\Delta}{l}, \qquad (3)$$

где Δ — разность хода, нм;

l — длина пути луча в напряженном стекле, нм.

6.2. Результаты испытаний регистрируют в журнале.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Внутреннее напряжение — любое напряжение, вызванное в стекле температурным градиентом, механической нагрузкой, термообработкой, неоднородностью стекла или различием коэффициентов термического расширения в спае двух различных стекол.

Единицей напряжения является паскаль (Па).

2. Внутреннее временное напряжение — напряжение, вызванное температурным градиентом в стекле или внешней механической нагрузкой стекла и исчезающее при устранении названных воздействий.

3. Внутреннее остаточное напряжение — напряжение, существующее в стекле в отсутствие температурного градиента или механической нагрузки. Различают два его источника:

1) остаточное напряжение, вызванное термообработкой стекла и устранимое в процессе отжига;

2) остаточное напряжение, вызванное неоднородностью стекла или различных расширительных свойств — неустранимое.

4. Двулучепреломление — способность оптически неоднородных сред расщеплять падающий свет на два луча, линейно-поляризованные во взаимно перпендикулярных направлениях, имеющие разные скорости и разные показатели.

Стекло без внутреннего напряжения является оптически однородным. Внутреннее напряжение вызывает двойное лучепреломление стекла.

5. Поляризованный свет — электромагнитные волны, вектор электрического или магнитного поля которых колеблется определенным упорядоченным способом. Различают линейно, эллиптически и по кругу поляризованный свет.

6. Линейно-поляризованный свет — электромагнитные световые волны, вектор электрического или магнитного поля которых колеблется в одной плоскости. Чаще всего возникает при отражении или двойном лучепреломлении.

7. Разность хода при двулучепреломлении — разность оптических длин путей, пройденных ортогональными линейно-поляризованными составляющими оптического излучения определенной длины волны в среде.

8. Удельная разность хода — разность хода, приведенная к единице пути света в стекле.

9. Хроматическая фазовая пластинка — устройство, создающее определенную разность фаз или разность хода между ортогональными линейно-поляризованными составляющими оптического излучения определенной длины волны.

10. Ахроматическая фазовая пластинка — устройство, создающее определенную разность фаз или разность хода между ортогональными линейно поляризованными составляющими оптического излучения в широком интервале длин волн.

11. Одноволновая фазовая пластинка — устройство, создающее разность фаз между ортогональными линейно-поляризованными составляющими оптического излучения определенной длины волны, равную $2\pi n$, что соответствует разности хода между этими составляющими, равной $n\lambda$, где n — целое число.

12. Четвертьволновая фазовая пластинка — устройство, создающее разность фаз между ортогональными линейно-поляризованными составляющими оптического излучения определенной длины волны, равную $(2n+1)\frac{\pi}{2}$, что соответствует разности хода между этими составляющими, равной $(2n+1)\frac{\lambda}{4}$, где n — целое число.

13. Полярископ-поляриметр — прибор, предназначенный для количественного и качественного визуального анализа двулучепреломления.

14. Поляризатор — оптический элемент (устройство), преобразующий проходящее через него или отражающееся от него оптическое излучение в поляризованное.

15. Линейный поляризатор — поляризатор, преобразующий оптическое излучение в линейно-поляризационное.

16. Анализатор — линейный поляризатор, применяемый для анализа поляризованного оптического излучения.

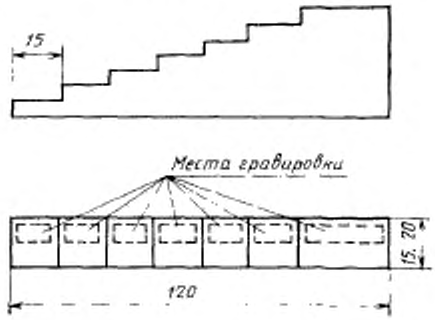
17. Компенсаторы — тела, вызывающие известную разность хода поляризованного света. Типы компенсаторов:

1) ступенчатые клинья;

2) стеклянные диски.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

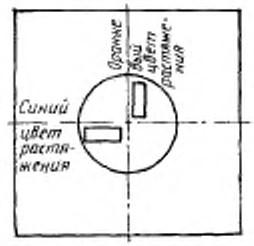
Ступенчатый клин



Черт. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

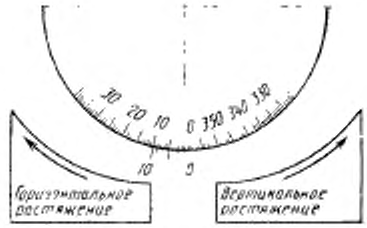
Обозначение соответствия между наблюдаемой окраской, направлением и знаком напряжения



Черт 3

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

Обозначение соответствия между знаком, направлением напряжений и направлением вращения анализатора



Черт. 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Министерством общего машиностроения СССР

РАЗРАБОТЧИКИ

Л. К. Захаров; А. С. Прокудина; В. Ф. Климова; Т. И. Зискис

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 07.08.91 № 1323

3. Срок проверки — 1995 г., периодичность проверки — 5 лет

4. **ВЗАМЕН ГОСТ 7329—74**

5. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 166—89	3.4
ГОСТ 6259—75	3.6
ГОСТ 6507—90	3.4
ГОСТ 8728 -88	3.6

Редактор *Л. И Нахимова*
Технический редактор *О Н. Никитина*
Корректор *Т А Васильева*

Сдано в наб 05 09 91 Подп в печ 06 12 91 Усл п л 1 0 Усл кр отт. 1,0 Уч изд л. 0,66
Тир 360 экз. Цена 26 р 40 к

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул Московская, 256, Зак. 2111

gost.e-ecolog.ru