ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71906— 2024

ЛАЗЕРЫ ГАЗОВЫЕ

Методы измерения поляризации излучения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоэлектроники» (ФГБУ «ВНИИР»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 декабря 2024 г. № 1977-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛАЗЕРЫ ГАЗОВЫЕ

Методы измерения поляризации излучения

Gas lasers. Methods of measuring polarization of radiation

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на газовые лазеры и устанавливает методы измерения степени поляризации и положения плоскости поляризации излучения атомных, ионных и молекулярных газовых лазеров непрерывного режима, имеющих поляризацию, близкую к линейной.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 20.57.406 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 3514 Стекло оптическое бесцветное. Технические условия

ГОСТ 4233 Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 15093 Лазеры и устройства управления лазерным излучением. Термины и определения

ГОСТ 15130 Стекло кварцевое оптическое. Общие технические условия

ГОСТ Р 58373 (ИСО 11145:2018) Оптика и фотоника. Лазеры и лазерное оборудование. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 15093, ГОСТ Р 58373.

Издание официальное

4 Метод измерения степени поляризации лазерного излучения

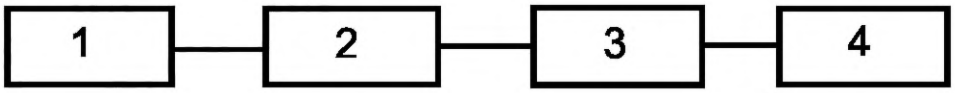
4.1 Принцип и условия измерения

4.1.1 Принцип измерения степени поляризации лазерного излучения заключается в измерении значений минимальной и максимальной мощности лазерного излучения, прошедшего через поляризатор при повороте его вокруг собственной оси на 360 ° и дальнейшего вычисления степени поляризации.

4.1.2 Измерение степени поляризации лазерного излучения производят в нормальных условиях согласно ГОСТ 20.57.406.

4.2 Аппаратура

4.2.1 Измерения степени поляризации лазерного излучения производят согласно структурной схеме, приведенной на рисунке 1.



1 — лазер с коллиматором; 2 — ослабитель; 3 — поляризатор; 4 — измеритель мощности

Рисунок 1 — Схема установки для измерения степени поляризации лазерного излучения

4.2.2 Ослабитель не должен изменять поляризацию лазерного излучения. В качестве ослабителя следует применять механический прерыватель.

Ослабитель применяется, когда мощность излучения лазеров превышает 0,2 Вт.

4.2.3 Спектр и динамический диапазон поляризатора должны соответствовать спектру и динамическому диапазону лазерного излучения.

Динамический диапазон поляризатора должен быть:

а) для инфракрасной области спектра (длина волны излучения не более 1 мм) — не менее 20 Вт;

б) для видимой области спектра — не менее 100 Вт.

Диаметр приемной площадки поляризатора должен быть не менее 10 мм.

Перечень поляризаторов приведен в приложении А.

4.2.4 Поляризатор должен быть закреплен в специальном устройстве, обеспечивающем поворот на 360 ° в плоскости, перпендикулярной оси лазерного излучения.

4.2.5 Спектральный и динамический диапазон измерителя мощности должен соответствовать спектральному и динамическому диапазону лазерного излучения, прошедшего через поляризатор.

Входная аппаратура измерительной головки измерителя мощности должна соответствовать диаметру пучка излучения.

Относительная погрешность измерителя мощности должна быть не более ±15 %.

Перечень измерителей мощности приведен в приложении Б.

В качестве измерителей мощности допускается применять средства измерений специального назначения, аттестованные метрологической службой базового предприятия по газовым лазерам.

4.3 Подготовка и проведение измерений

4.3.1 Собирают схему в соответствии с рисунком 1.

4.3.2 Включают лазер и измеритель мощности в соответствии с технической документацией (ТД) на них.

4.3.3 Вращая поляризатор и непрерывно следя за показаниями измерителя мощности, определяют положение поляризатора, соответствующее максимальной и минимальной мощности лазерного излучения.

Измеряют максимальные и минимальные значения мощности излучения.

4.3.4 Повторяют операцию 10 раз согласно 4.3.3.

4.4 Обработка результатов и погрешности измерения

4.4.1 Проводят расчет степени поляризации лазерного излучения P_i для каждой из операций согласно 4.3 по формуле

$$P_i = \frac{P_{i\max} - P_{i\min}}{P_{i\max} + P_{i\min}}, \quad (1)$$

где $P_{i\,\max}$ — максимальная мощность излучения, Вт;

$P_{i\,\min}$ — минимальная мощность излучения, Вт.

4.4.2 Вычисляют среднее значение степени поляризации $P_{ср}$ исходя из десяти измерений по формуле

$$P_{ср} = \frac{1}{10}\sum_{i=1}^{i=10} P_i. \quad (2)$$

4.4.3 Относительная погрешность измерения степени поляризации лазерного излучения должна находиться в интервале ±10 % с вероятностью 0,95.

Расчет относительной погрешности измерения степени поляризации приведен в приложении В.

5 Метод измерения положения плоскости поляризации лазерного излучения

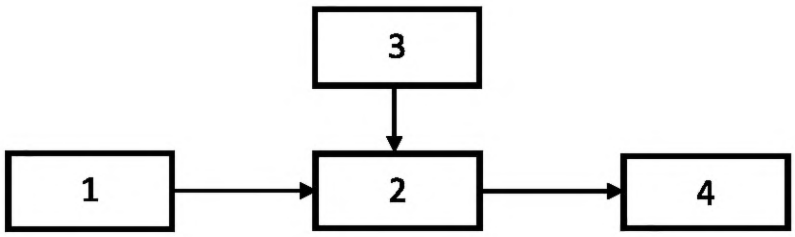
5.1 Принцип и условия измерений

5.1.1 Принцип измерения положения плоскости поляризации лазерного излучения заключается в измерении угла поворота поляризующей пластины, установленной под углом Брюстера к направлению лазерного излучения, при вращении ее относительно оси лазерного излучения, при котором наблюдается максимальное пропускание излучения через пластину или минимальное отражение излучения от пластины.

5.1.2 Измерение положения плоскости поляризации лазерного излучения производят в нормальных климатических условиях согласно ГОСТ 20.57.406.

5.2 Аппаратура

5.2.1 Измерение положения плоскости поляризации лазерного излучения производят согласно структурной схеме, приведенной на рисунке 2.



1 — лазер с коллиматором; 2 — поляризующая пластина; 3 — поворотное устройство; 4 — измеритель мощности

Рисунок 2 — Структурная схема для измерения положения плоскости поляризации лазерного излучения

5.2.2 Поляризующая пластина должна обеспечить деление пучка излучения на проходящую через пластину и отраженную от нее составляющую.

Поляризующая пластина должна удовлетворять следующим требованиям:

- диаметр пластины должен быть не менее 30 мм;
- материал пластины должен быть прозрачным для исследуемого излучения.

Перечень материалов для изготовления поляризующей пластины приведен в приложении Г.

5.2.3 Поворотное устройство предназначено для вращения пластины относительно оси лазерного излучения и измерения угла поворота пластины относительно вертикального направления.

Поляризующая пластина должна быть жестко закреплена под углом Брюстера, соответствующим длине волны лазерного излучения относительно оси пучка излучения.

Погрешность установления поляризующей пластины в поворотном устройстве под углом Брюстера должна быть не более 1 %.

Начало отсчета поворотного устройства должно соответствовать такому положению поляризующей пластины, при котором плоскость, проходящая через перпендикуляр к поверхности пластины и через ось пучка излучения, совпадает с вертикальной плоскостью с погрешностью не более 1 %.

Поворотное устройство должно быть аттестовано метрологической службой базового предприятия по газовым лазерам.

5.2.4 Требования к измерителю мощности должны соответствовать требованиям 4.2.5.

5.3 Подготовка и проведение измерений

5.3.1 Устанавливают лазер в горизонтальном положении и собирают на жесткой платформе схему в соответствии с рисунком 2.

Расстояние от отсечного лимба поворотного устройства до выходного зеркала лазера должно быть не более 0,5 м.

5.3.2 Включают лазер и измеритель мощности в соответствии с ТД на них.

5.3.3 Добиваются попадания лазерного излучения в центр поляризующей пластины и в центр апертуры измерителя мощности.

5.3.4 Производят вращение поляризующей пластины с помощью поворотного устройства, фиксируют положение поворотного устройства, при котором мощность прошедшего излучения достигает максимального значения или мощность отраженного излучения достигает минимального значения.

5.3.5 Производят отсчет угла поворота поляризующей пластины относительно начала отсчета в соответствии с ТД на устройство.

5.3.6 Повторяют операции по 5.3.3—5.3.5.

5.4 Обработка результатов и показатели точности

5.4.1 Производят расчет среднего значения угла поворота φ_i град, для каждой из операций согласно 5.3.5 по формуле

$$\varphi = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{i=10} \varphi_i, \tag{3}$$

где φ — средний угол поворота.

5.4.2 Относительная погрешность измерения положения плоскости поляризации лазерного излучения должна находится в интервале ±10 % с вероятностью 0,95.

Расчет относительной погрешности измерения приведен в приложении В.

Приложение А
(рекомендуемое)

Перечень поляризаторов

Перечень поляризаторов включает:
- поляроидную пленку между двумя оптически прозрачными материалами;
- набор пластин из кварца, арсенида галия, германия или других материалов;
- призму Рошона;
- призму Николя;
- призму Валлостона.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Перечень измерителей мощности

Таблица Б.1

Наименование, тип прибора	Динамический диапазон, Вт/см^2	Спектральный диапазон, мкм	Погрешность, %
Дозиметр для контроля лазерного излучения ЛАДИН *	10^{-6}—10^{-2} 10^{-5}—10^{-1} 10^{-3}—1	0,48—1,15 1,15—1,8 2,0—11,0	На длине волны 0,63 мкм: ФПУ 1 — ±15,0; ФПУ 2 — ±18,0
Дозиметр лазерного излучения ЛД-07 *	10^{-7}—10^{-2} 10^{-4} — 1	0,4—1,0 1,0—20	±18,0 ±25,0
Полупроводниковый измеритель ИМИ-ФД	10^{-4}—10^{-1}	0,63—1,15	±10,0
Интегральный индикатор мощности лазерного излучения ИИМ-1П *	—	0,4—1,6	±15
ИМЛИ-3	10^{-3}—3	0,25—3	Не более ±3,0
ИМЛИ-30	10^{-2}—30	0,25—3	Не более ±3,0
ИМЛИ-100	10^{-2}—100	0,25—3	Не более ±3,0
* Средства измерений внесены в Госреестр.			

Приложение В
(рекомендуемое)

Расчет относительной погрешности измерения степени поляризации излучения и положения плоскости поляризации излучения

В.1 Расчет относительной погрешности

В.1.1 Дифференциал выражения $d\rho$ рассчитывают по формуле

$$d\rho = d\left(\frac{P_{max} - P_{min}}{P_{max} + P_{min}}\right) = \frac{2P_{min} \cdot dP_{max} - 2P_{max} \cdot dP_{min}}{\left(P_{max} + P_{min}\right)^2}. \quad (В.1)$$

.

В.1.2 Среднеквадратичную погрешность $\Delta\rho$ рассчитывают по формуле

$$\Delta\rho = \frac{2P_{max} \cdot P_{min} \cdot \sqrt{2}\,\frac{\Delta P}{P}}{\left(P_{max} + P_{min}\right)^2}, \quad (В.2)$$

где $\frac{\Delta P}{P}$ — относительная погрешность измерения мощности излучения.

В.1.3 Относительную погрешность $\frac{\Delta\rho}{\rho}$ рассчитывают по формуле

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{2P_{max} \cdot P_{min} \cdot \sqrt{2}\,\frac{\Delta P}{P}}{P_{max}^2 - P_{min}^2} \approx \frac{2P_{min}}{P_{max}}\sqrt{2}\,\frac{\Delta P}{P}. \quad (В.3)$$

В.2 Расчет относительной погрешности измерения положения плоскости поляризации излучения

Относительную погрешность измерения положения плоскости поляризации излучения $\Delta\varphi_{ср}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta\varphi_{ср} = \frac{\Delta\varphi}{\sqrt{10}} \cdot \frac{1}{360} \cdot 100\%, \quad (В.4)$$

где $\Delta\varphi$ — погрешность измерения угла с помощью лимба.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Перечень материалов для изготовления поляризующих пластин

Таблица Г.1

Наименование материала	Нормативный документ или техническая документация	Спектральный диапазон, мкм
Кристалл натрия хлористого	ГОСТ 4233	10,6
Монокристалл германия	[1]	10,6
Стекло кварцевое оптическое	ГОСТ 15130	0,4—4
Стекло оптическое КВ	ГОСТ 3514	0,4—5

Библиография

[1] ТУ 48-4-293-82 Германий монокристаллический. Технические условия

УДК 621.382.3.083:006.354

ОКС 17.080
17.220
31.080

Ключевые слова: лазеры газовые, поляризация излучения

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 25.12.2024. Подписано в печать 16.01.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru