

ЛАЗЕРЫ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРА ПУЧКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РАСХОДИМОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Издание официальное



ЛАЗЕРЫ

Методы измерения диаметра пучка и энергетической расходимости лазерного излучения

ГОСТ
26086—84Lasers. Methods for measurement of beam diameter
and beam energy divergence angle

ОКСТУ 6341

Дата введения 01.07.85

Настоящий стандарт распространяется на лазеры непрерывного и импульсного режимов работы и устанавливает методы измерения:

- диаметра пучка излучения;
- метод калиброванных диафрагм,
- метод распределения плотности энергии (мощности) лазерного излучения;
- энергетической расходимости лазерного излучения;
- метод фокального пятна,
- метод двух сечений.

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 24714.

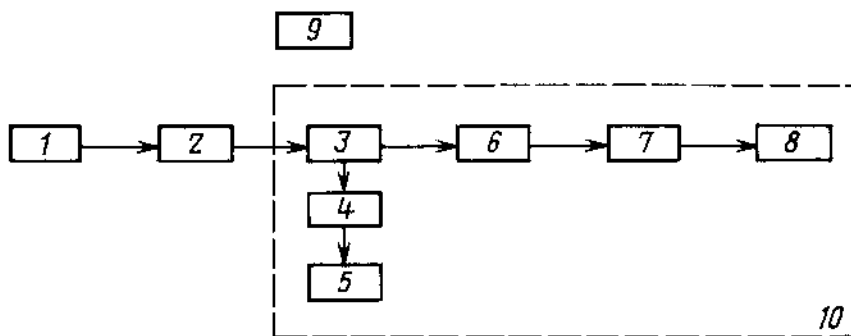
1. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРА ПУЧКА ИЗЛУЧЕНИЯ

1.1. Метод калиброванных диафрагм

Измерение основано на определении диаметра диафрагмы, через которую проходит заданная доля энергии (мощности) лазерного излучения.

1.1.1. Аппаратура

1.1.1.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств приведена на черт. 1.



1 — лазер; 2 — ослабитель; 3 — ответвитель; 4, 7 — оптическая система; 5, 8 — средства измерения энергии (мощности) лазерного излучения; 6 — калиброванная диафрагма; 9 — средство юстировки; 10 — устройство для измерения диаметра пучка излучения

Черт. 1

1.1.1.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в приложении 1.



1.1.1.3. Ослабитель должен обеспечивать значение энергии (мощности) лазерного излучения в пределах энергетического диапазона применяемого средства измерения энергии (мощности). Погрешность, вносимая ослабителем, должна быть в пределах $\pm 5\%$.

Если энергия (мощность) лазерного излучения не превышает верхнего предела измерителя, допускается не использовать ослабитель 2.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.1.1.4. Ответвитель должен обеспечивать разделение пучка излучения с погрешностью в пределах $\pm 3\%$.

1.1.1.5. Диафрагма, устанавливаемая перпендикулярно направлению распространения пучка лазерного излучения, должна обеспечивать:

- пропускание энергии (мощности) лазерного излучения от z_1 до $0,7\gamma_H z_1$, где z_1 — полная энергия (мощность) лазерного излучения, γ_H — установленный в стандартах или технических условиях (ТУ) на лазеры конкретных типов уровень энергии (мощности) лазерного излучения, при котором определяется диаметр пучка;

- плавное или ступенчатое изменение диаметра поперечного сечения пучка лазерного излучения, попадающего на средство измерения энергии (мощности) δ , с шагом не более $0,2d$, где d — диаметр пучка излучения, указанный в стандартах или ТУ на лазеры конкретных типов.

Погрешность определения диаметра отверстия диафрагмы D должна быть в пределах $\pm 3\%$.

Допускается использовать набор сменных калиброванных диафрагм.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.1.1.6. Оптическая система, должна обеспечивать согласование диаметра пучка лазерного излучения с размером входной апертуры средства измерения энергии (мощности). Погрешность, вносимая оптической системой, должна быть в пределах $\pm 3\%$. Если диаметр поперечного сечения лазерного пучка находится в пределах, установленных для применяемого средства измерения, оптическую систему допускается не применять.

1.1.1.7. Средство измерения энергии лазерного излучения должно соответствовать требованиям ГОСТ 25212, средство измерения мощности лазерного излучения — ГОСТ 25786.

1.1.1.8. Средство юстировки должно обеспечивать попадание лазерного излучения в центральную часть приемных площадок средств измерений и вспомогательных устройств. В качестве средств юстировки рекомендуется применять визуализаторы, газовые лазеры непрерывного режима работы в видимой области спектра с расходимостью не более $10'$ или другие устройства.

1.1.1.9. Если относительная нестабильность энергии (мощности) лазерного излучения за время измерения не превышает 5% , допускается не вводить в схему измерения ответвитель, оптическую систему 4 и средство измерения энергии (мощности) 5.

1.1.2. *Подготовка и проведение измерений*

1.1.2.1. Устанавливают средства измерений и вспомогательные устройства и подготавливают их к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

1.1.2.2. Включают лазер и прогревают в течение времени готовности, установленного в стандарте или ТУ на лазер конкретного типа.

1.1.2.3. Проводят юстировку, добиваясь попадания пучка лазерного излучения в центральную часть диафрагмы, приемных площадок ослабителя, ответвителя, оптической системы и средств измерения энергии (мощности) лазерного излучения.

1.1.2.4. Устанавливают диаметр диафрагмы D_1 , при котором через диафрагму проходит полная энергия (мощность) излучения z_1 .

1.1.2.5. Измеряют энергию (мощность) лазерного излучения z_1 и z'_1 средствами измерения δ и 5 соответственно.

1.1.2.6. Уменьшая диаметр диафрагмы, определяют z_i и z'_i , где $i = 2, 3, \dots, n$. Измерения проводят не менее чем при пяти различных диаметрах диафрагмы, если иное не установлено в стандартах или ТУ на лазеры конкретных типов.

1.1.3. *Обработка результатов*

1.1.3.1. Для каждого i -го значения диаметра диафрагмы D_i вычисляют соотношение

$$\gamma_i = \alpha \frac{z_i}{z'_i}, \quad (1)$$

где α — коэффициент, определяемый в соответствии с приложением 2;

$i = 1, 2, \dots, n$.

1.1.3.2. Полученные данные аппроксимируют зависимостью $\gamma = F(D)$ и определяют диаметр диафрагмы, соответствующий уровню энергии γ_H , указанному в стандартах или ТУ на лазеры конкретных типов.

Найденный диаметр диафрагмы принимают за диаметр пучка лазерного излучения.

1.1.3.3. При измерении по схеме с учетом требований п. 1.1.1.9 γ_i вычисляют по формуле

$$\gamma_i = \frac{z_i}{z_1}. \quad (2)$$

1.1.3.4. Обработку результатов измерений можно проводить с использованием ЭВМ. Алгоритм обработки приведен в приложении 4.

1.1.4. *Показатели точности измерения*

Погрешность измерения диаметра пучка находится в интервале $\pm 24\%$ с установленной вероятностью 0,95. Расчет погрешности измерения приведен в приложении 3.

1.2. Метод распределения плотности энергии (мощности)

1.2.1. Измерение основано на определении диаметра круга, в котором заключена заданная доля энергии (мощности) лазерного излучения. Центр этого круга должен соответствовать точке сечения пучка лазерного излучения, совпадающей с энергетическим центром относительного распределения плотности энергии (мощности) ОРПЭ (М)*.

1.2.2. Измеряют ОРПЭ (М) по ГОСТ 25917.

1.2.3. *Обработка результатов. Показатели точности измерения*

1.2.3.1. Строят матрицу значений относительной плотности энергии (мощности) β_{kl} в различных точках сечения лазерного пучка, где k, l — координаты точки сечения.

1.2.3.2. Полную энергию (мощность) лазерного излучения z_1 вычисляют по формуле

$$z_1 = \Delta_x \Delta_y \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N \beta_{kl}, \quad (3)$$

где Δ_x, Δ_y — равномерный шаг между соседними точками ОРПЭ (М), в которых определена β_{kl} по соответствующим осям координат;

M, N — количество точек в сечении пучка по строке и столбцу матрицы значений соответственно.

1.2.3.3. Координаты энергетического центра $O(x_0, y_0)$ ОРПЭ (М) (см. черт. 2) вычисляют по формулам:

$$x_0 = \Delta_x \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N (k \beta_{kl})}{\sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N \beta_{kl}}, \quad (4)$$

$$y_0 = \Delta_y \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N (l \beta_{kl})}{\sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N \beta_{kl}}. \quad (5)$$

* Под энергетическим центром ОРПЭ (М) понимают точку в плоскости сечения пучка лазерного излучения, являющуюся центром тяжести распределения плотности энергии (мощности) в соответствующем сечении.