

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Средства измерений энергии импульсов лазерного
Излучения ИФЦ-3М. Методика поверки

РД 50-566-85

Москва

Издательство стандартов

1985

РАЗРАБОТАНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам
ИСПОЛНИТЕЛИ А.И.Трубников, В.И.Кухтевич, В.И.Сачков,
Т.Н.Игнатович, В.А.Шленцов

ВНЕСЕНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам
Член Госстандарта Л.К.Исаев

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государствен-
ного комитета СССР по стандартам от 27 июня 1985 года № 1985.

Методические указания
Средства измерения энергии импульсов
лазерного излучения ИФЦ - ЗМ
Методика поверки

РД 50-566-85

Редактор Н.А. Еськова

Н/К

Подп. в печать 05.10.85 Т-19642
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1
1,25 Усл. кр.-отт. 0,85 Уч.-изд.л.
Тираж 500 экз. Зак. № 2812

Формат 60x90/16
Объем 1,25 п.л.
изд. № 8779/4
5 коп.

Ордена "Знак Почета" Издательство стандартов
123840, Москва, Новопресненский пер., д.3

Калужская типография стандартов, ул.Московская, 256

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

РД 50-566-85

Средства измерений энергии импульсов
лазерного излучения ИФЦ-ЗМ. Методика
поверки

Введены впервые

ОКСТУ 0008

Утверждены Постановлением Госстандарта от 27. 06. 85
№ 1985, срок введения в действие установлен с 01. 07. 86

Настоящие методические указания распространяются на полевой фотоэлектрический измеритель энергии импульсов лазерного излучения типа ИФЦ-ЗМ и устанавливают методику первичной и периодической поверок на фиксированной длине волны в диапазоне 0,5-1,1 мкм.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл. I

Таблица I

Операция	Номер пункта МУ	Обязательность проведения операций поверки при	
		первичной поверке	эксплуатации и хранения
Внешний осмотр	5 1	Да	Да
Опробование	5 2	Да	Да
Определение систематической составляющей основной погрешности θ_1 , обусловленной нестабильностью средств измерений за межповерочный интервал или неточностью градуировки при выпуске в обращение	5 3	Да	Да
Определение систематической составляющей основной погрешности θ_2 , обусловленной нелинейностью градуировочной характеристики средства измерений	5 4	Да	Да
Определение составляющих погрешности θ_3 , обусловленных поверхностной неравномерностью чувствительности приемного элемента средства измерений	5 5	Да	Да
Определение составляющих погрешности θ_4 , обусловленных изменением угла падения пучка излучения на входное окно прибора	5 6	Да	Да
Определение дополнительной погрешности θ_5 , обусловленной температурной нестабильностью средства измерений	5.7	Да	Нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. Для определения составляющих погрешности по пп 4 3-4.7 должны применяться средства поверки, указанные в табл 2

Таблица 2

Средство поверки	Нормативно-техническая характеристика	Примечание
Поверочная установка (погрешность передачи размера единицы не более $\pm 6,0\%$)		
Образцовое средство измерений энергии ОСИ Э (или ОСИ ЭА)	ТУ 50-350-82 Диапазон измерений $2 \cdot 10^{-2}$ - 10 Дж, спектральный диапазон, 0,5-1,06 мкм, длительность импульса, 10^{-8} - 1 с, основная погрешность не более $\pm 4\%$	Применяется только при проведении операций по пп 5.3, 5.4
Контрольное средство измерений аттестованный измеритель ИФЦ-3М	Диапазон измерений 10^{-3} - 1 Дж, спектральный диапазон 0,5-1,06 мкм, длительность измеряемых импульсов $5 \cdot 10^{-9}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ с, среднее квадратическое отклонение показаний) не более 0,75 %	Используется без входного ослабителя фотоприемного устройства
Лазер	Длина волны 0,53, 0,69, 1,06 мкм, режим работы - одиночные импульсы с длительностью $5 \cdot 10^{-9}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ с по уровню 0,5	
Юстировочный лазер ОКГ-13	Длина волны 0,63 мкм, мощность 100 мВт, расходимость не более 5 мин	
Источники питания Б 5-47	Напряжение 27 ± 1 В, сила тока 3А	
Диафрагма		См приложение 1
Оптический клин (делительная пластина)		См приложение 2
Термокамера Т-800	Рабочий объем 0,8 м ³ , температурный диапазон от +50° С до -30° С, погрешность не более 3° С	Применяется при проведении операций по п 5.7
Комплект оптических ослабителей из стекла марки НС	ГОСТ 9411-75, спектральный диапазон 0,4-1,1 мкм, коэффициент пропускания 0,1-0,9, неравномерность по площади не более 1%; погрешность измерения коэффициента пропускания не более 5 %	

Продолжение

Средство поверки	Нормативно-техническая характеристика	Примечание
Оптическая скамья ОСК-2	ТУЗ.3.708-78	Примечание. Допускается в состав поверочной установки включать другие средства поверки, имеющие аналогичные или лучшие характеристики

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. К проведению операций по подготовке к поверке и проведению поверки допускают лиц, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденными Госэнергонадзором, ознакомленных с технической документацией на поверяемое средство измерений.

3.2. Требования безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать ГОСТ 24469-80, "Санитарным нормам и правилам устройства и эксплуатации лазеров" № 2392-81, утвержденным Минздравом СССР.

3.3. При работе должен производиться дозиметрический контроль уровня лазерного излучения в соответствии с ГОСТ I2.I. O3I-8I.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. Поверку следует проводить в нормальных условиях применения по ГОСТ 24469-80 при температуре (293 ± 2) К.

4.2. Поверяемое средство измерений должно быть выдержано в условиях, установленных в п. 4.1 не менее 2 ч.

4.3. Поверочная установка и поверяемое средство измерений должны быть заземлены, включены и подготовлены к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

4.4. Средство измерений и поверочная установка должны

быть приведены в рабочее положение. Излучатель лазера ОГМ-40 устанавливают непосредственно на рельсах оптической скамьи ОСК-2, диафрагму, делительную пластину, излучатель лазера ОКГ-13, первичный измерительный преобразователь ОСИ Э и фотоприемное устройство поверяемого средства измерений - на столиках, входящих в комплект оптической скамьи ОСК-2. Элементы схемы должны быть расположены как указано на рисунке. Излучение должно попадать в центры входных окон образцового и контрольного средств измерений. Угол между нормалью к поверхности входного окна и осью диаграммы направленности пучка должен быть по возможности близок к нулю. Контроль установки средств измерений осуществляют с помощью юстировочного лазера. При этом падающий и отраженный луч должны совпадать.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. Внешний осмотр

Внешний осмотр должен быть проведен перед включением поверяемого средства измерений в сеть при подготовке к поверке согласно разд.3. При внешнем осмотре должно быть установлено: наличие комплектности, наличие маркировки, технической документации, отсутствие у поверяемого средства измерений механических повреждений, нарушающих работу средства измерений или мешающих работе поверителя, отсутствие пыли, жирных пятен, следов влаги на рабочих поверхностях оптических элементов.

5.2. Опробование

Для поверяемого и контрольного средств измерений проводят следующие операции.

5.2.1. Проверяют возможность считывания показаний регистрирующего прибора.

5.2.2. Проверяют наличие четкой фиксации тумблеров во всех положениях.

5.2.3. Тумблеры "Однократ" - "Ждуц." ставят в положение "Ждуц.", тумблер "Пит-Выкл." ставят в положение "Выкл".

5.2.4. Включают источники питания средств измерений и устанавливают выходное напряжение (27 ± 1) В.

5.2.5. Тумблер "Пит.-Выкл." ставят в положение "Пит". При этом должна загореться лампочка "Пит." и не более чем через 5 мин.-табло "Готов".

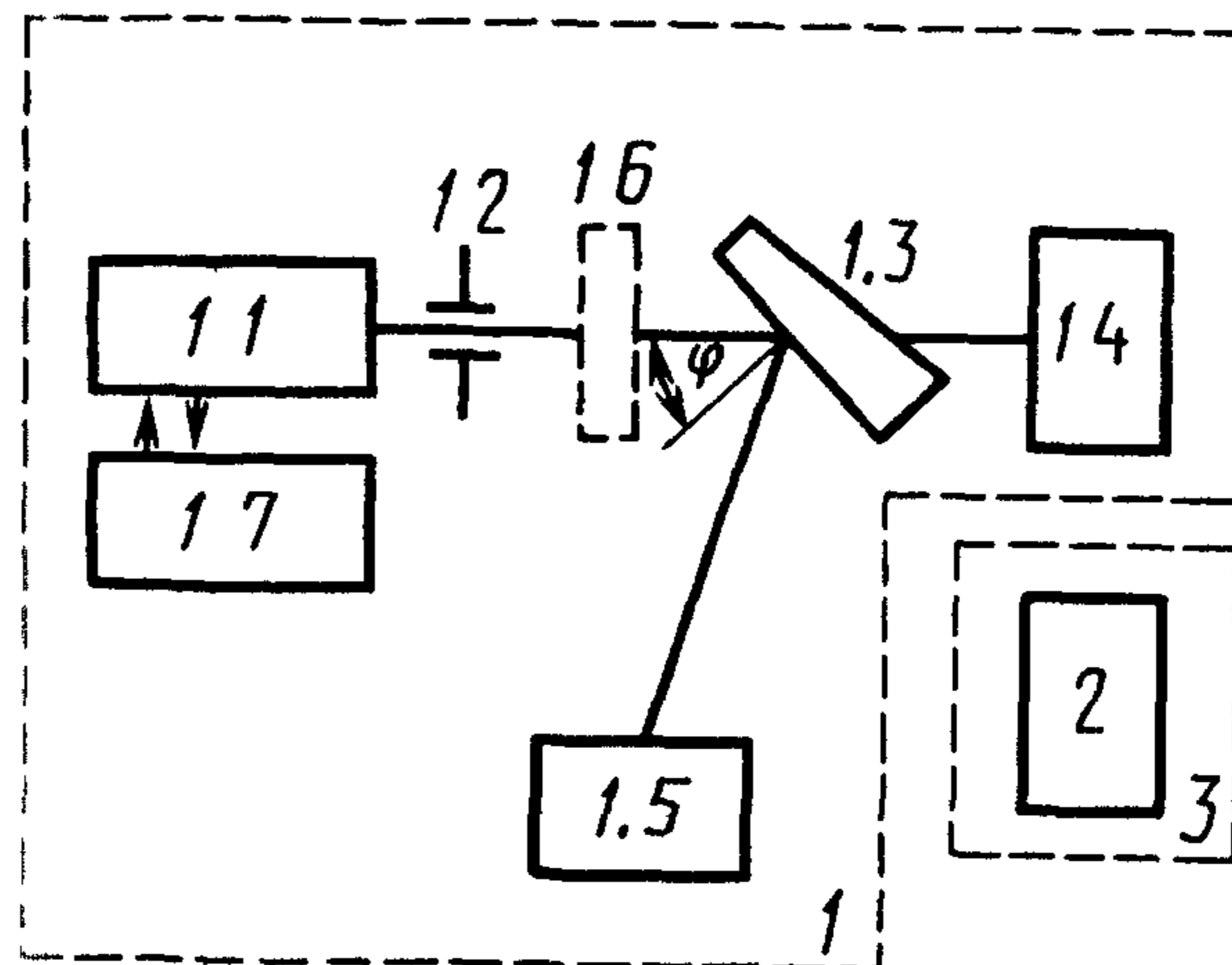


Схема расположения средств измерений при проведении поверки:

- 1 — Поверочная установка: 1.1 — лазер; 1.2 — диафрагма;
- 1.3 — делительная пластина (оптический клин);
- 1.4 — образцовое средство измерения; 1.5 — контрольное средство измерений; 1.6 — ослабитель (набор нейтральных светофильтров НС); 1.7 — юстировочный лазер;
- 2 — поверяемое средство измерений с источником питания Б5-47; 3 — термокамера

5.2.6. После нажатия кнопки "Контр." на индикационном табло должно появиться показание в пределах значений, указанных над индикационном табло.

5.3. Определение систематической составляющей основной погрешности, θ_I , обусловленной нестабильностью поверяемого средства измерений за межповерочный интервал или неточностью градуировки при выпуске в обращение.

5.3.1. Расположение средств измерений при проведении поверки должно соответствовать схеме, приведенной на рисунке. Угол наклона φ делительной пластины к направлению пуска должен составлять $5,0-7,5^\circ$.

5.3.2. Подбирая ослабители и режим накачки лазера, устанавливают такой уровень излучения, чтобы показания образцового средства измерений находились в пределах $0,1-0,2$ Дж. Регистрируют по n показаний ($n = 3$) образцового (W_{oi}) и контрольного средств измерений (W_{ki}), входящих в состав поверочной установки.

5.3.3. Вычисляют отношение этих показаний k_i , его среднее арифметическое \bar{k} и относительное среднее квадратическое отклонение результата его измерения S_1 :

$$k_i = \frac{W_{oi}}{W_{ki}} \quad (1)$$

$$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i \quad (2)$$

$$S_1 = \frac{100}{n} \sqrt{\frac{(\bar{k} - k_i)^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Значение S_1 не должно превышать $0,7\%$. Если S_1 превышает $0,7\%$, количество наблюдений увеличивают.

5.3.4. Образцовое средство измерений заменяют поверяемым. С помощью перемещения столика, на котором расположено фотоприемное устройство поверяемого средства измерений, добиваются,

чтобы излучение попало в центр входного окна фотоприемного устройства перпендикулярно к нему. Подают \mathcal{N} импульсов излучения лазера ($\mathcal{N} = 5$) с такой энергией, чтобы показания контрольного средства измерений W_{ki} удовлетворяло условию: $0,1 \text{ Дж} < \bar{K} W_{ki} < 0,2 \text{ Дж}$. Снимают показания поверяемого W_i и контрольного средства измерений. Вычисляют отношение этих показаний W_i / W_{ki} , его среднее значение, среднее квадратическое отклонение этого отношения S_2 аналогично вычислению S_1 по формуле (3). Значение S_2 не должно превышать 1,2 %.

5.3.5. Систематическую составляющую основной погрешности θ_1 вычисляют по формуле

$$\theta_1 = \frac{100}{\mathcal{N}} \sum_{i=1}^{\mathcal{N}} \frac{W_i - \bar{K} \cdot W_{ki}}{\bar{K} \cdot W_{ki}} \quad (4)$$

Значение θ_1 не должно превышать 2,0 %.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол (приложение 3).

5.4. Определение систематической составляющей основной погрешности θ_2 , обусловленной нелинейностью градуировочной характеристики поверяемого средства измерений.

5.4.1. Расположение средств измерений должно соответствовать схеме, приведенной на рисунке.

5.4.2. Подбирая ослабители и режим накачки, добиваются такого уровня излучения, чтобы показания образцового средства измерений находились в интервале 0,45-0,55 Дж.

5.4.3. При указанном значении энергии повторяют операции по пп.5.3.2-5.3.4 и измеряют W_{1i} , W_{k1i} и определяют \bar{K}_1 .

5.4.4. Систематическую составляющую основной погрешности θ_2 в диапазоне 10^{-3} -1 Дж вычисляют по формуле:

$$\theta_2 = \sqrt{2\theta_1 - \frac{200}{\mathcal{N}} \sum_{i=1}^{\mathcal{N}} \frac{W_{1i} - \bar{K}_1 W_{k1i}}{\bar{K}_1 W_{k1i}}} \quad (5)$$

Значение θ_2 не должно превышать 4,0 %.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол (приложение 3).

5.5. Определение составляющих погрешности θ_3 , обусловленных поверхностной неравномерностью чувствительности приемного элемента поверяемого средства измерений.

5.5.1. Расположение средств измерений при проведении проверки должна соответствовать схеме приведенной на рисунке. Оси \mathcal{E} не используется.

5.5.2. Выполняют операции по п.5.3.4, определяют W_{ki} и W_i .

При этом подбирая ослабители и режим накачки, добиваются чтобы показания поверяемого средства измерений находились в интервале 0,1-0,2 Дж. Определяют показания контрольного и поверяемого средства измерений W_{ki} и W_i для центрального положения пучка.

5.5.3. Выполняют операции по п.5.3.4 для каждого из четырех положений центра фотоприемного окна относительно оси диаграммы направленности пучка излучения (смещения l' по вертикали вверх и вниз, по горизонтали вправо и влево) на 5 мм. Угол падения пучка сохраняется.

Для каждого из положений определяют показания поверяемого средства измерений W_{ei} и контрольного средства измерений $W_{k ei}$ и вычисляют θ_3 по формуле

$$\theta_3 = \frac{100 \left| \sum_{i=1}^n W_{ei} / W_{k ei} - \sum_{i=1}^n W_i / W_{ki} \right|}{\sum_{i=1}^n W_{ei} / W_{k ei} + \sum_{i=1}^n W_i / W_{ki}} \quad (6)$$

За составляющую погрешности θ_3 принимают максимальное из полученных четырех значений. Аналогично может быть определена составляющая погрешности θ_3'' для значения $l'' = 20$ мм.

Значения θ_3' и θ_3'' не должны превышать 2,5 и 6,0 % соответственно. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол. Форма протокола приведена в приложении 3.

5.6. Определение составляющих погрешности θ_4 , обусловленных изменением угла падения пучка излучения на входное окно прибора.

5.6.1. Схема расположения средств измерений при проведении поверки должна соответствовать приведенной на рисунке. ОСИ Э не используется.

5.6.2. Выполняют операции по п.5.5.2, определяют W_{Ri} и W_i .

5.6.3. Повторяют эти операции для каждого из углов падения излучения $1,5^\circ$ и $7,5^\circ$ относительно поверхности окна фотоприемного устройства. Для этого фотоприемное устройство поверяемого средства измерений перемещают с помощью юстировочного столика относительно пучка таким образом, чтобы излучение попало в центр окна фотоприемного устройства, а угол между пучком и нормалью к поверхности входного окна составлял $1,5$ и $7,5^\circ$. Определяют показания контрольного и поверяемого средств измерений для наклонных направлений пучка.

5.6.4. Составляющую основной погрешности θ_4 для угла $1,5^\circ$ определяют по формуле:

$$\theta_4' = \frac{100 \left| \sum_{i=1}^n W_{Li}/W_{Ri} - \sum_{i=1}^n W_i/W_{Ri} \right|}{\sum_{i=1}^n W_{Li}/W_{Ri} + \sum_{i=1}^n W_i/W_{Ri}} \quad (7)$$

5.6.4. Аналогично может быть определена составляющая погрешности θ_4'' для угла $7,5^\circ$.

Значения θ_4' и θ_4'' не должны превышать $1,5$ и $5,0$ % соответственно. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол (приложение 3).

5.7. Определение дополнительной погрешности θ_5 , обусловленной температурной нестабильностью поверяемого средства измерения.

5.7.1. Схема расположения средств измерений при проведении поверки должна соответствовать приведенной на рисунке. ОСИ Э не применяется.

5.7.2. Поверяемое средство измерений помещают и выдерживают в термокамере перед началом измерений не менее 2 ч.

5.7.3. Операции по пп.5.3.2-5.3.4 выполняют при температурах 293, 243, 323 К. Для каждой из температур определяют показания поверяемого средства измерений W_{293i} , W_{243i} , W_{323i} и соответствующие им показания контрольного измерений W_{K293i} , W_{K243i} ; W_{K323i} .

Примечание. После проведения операций при 243 и 323 К поверяемое средство измерений необходимо выдерживать при 293 К не менее 2 ч.

Составляющую погрешности θ'_5 , обусловленную зависимостью показаний поверяемого средства измерений от понижения температуры, вычисляют по формуле:

$$\theta'_5 = \frac{100 \left| \sum_{i=1}^n W_{243i} / W_{K243i} - \sum_{i=1}^n W_i / W_{Ki} \right|}{\sum_{i=1}^n W_{243i} / W_{K243i} + \sum_{i=1}^n W_i / W_{Ki}} \quad (8)$$

При замене W_{243i} и W_{K243i} на W_{323i} и W_{K243i} может быть вычислена составляющая погрешности θ''_5 , обусловленная зависимостью показаний поверяемого средства измерений от повышения температуры. За значение θ_5 принимается максимальное из полученных значений.

Значение θ_5 не должно превышать 6,0 %. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол (приложение 3).

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Границы основной погрешности поверяемого средства для нормальных условий применения Δ_H для длины волны, совпадающей с длиной волны лазера поверочной установки, вычисляют по формуле

$$\Delta_H = 2 \sqrt{\frac{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3'^2 + \theta_4'^2 + \theta_6^2}{3} + S_1^2 + S_2^2} \quad (9)$$

где θ_6 - основная погрешность образцового средства измерения, учитываемая, как систематическая составляющая основной погрешности.

6.2. Границы основной погрешности поверяемого средства измерений для рабочих условий применения Δp находят по формуле

$$\Delta p = 2 \sqrt{\frac{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3'^2 + \theta_4''^2 + \theta_5^2 + \theta_6^2}{3} + S_1^2 + S_2^2} \quad (10)$$

Примечание. для определения Δp в процессе поверки при эксплуатации и хранении θ_5 следует принять равной 6,0 %.

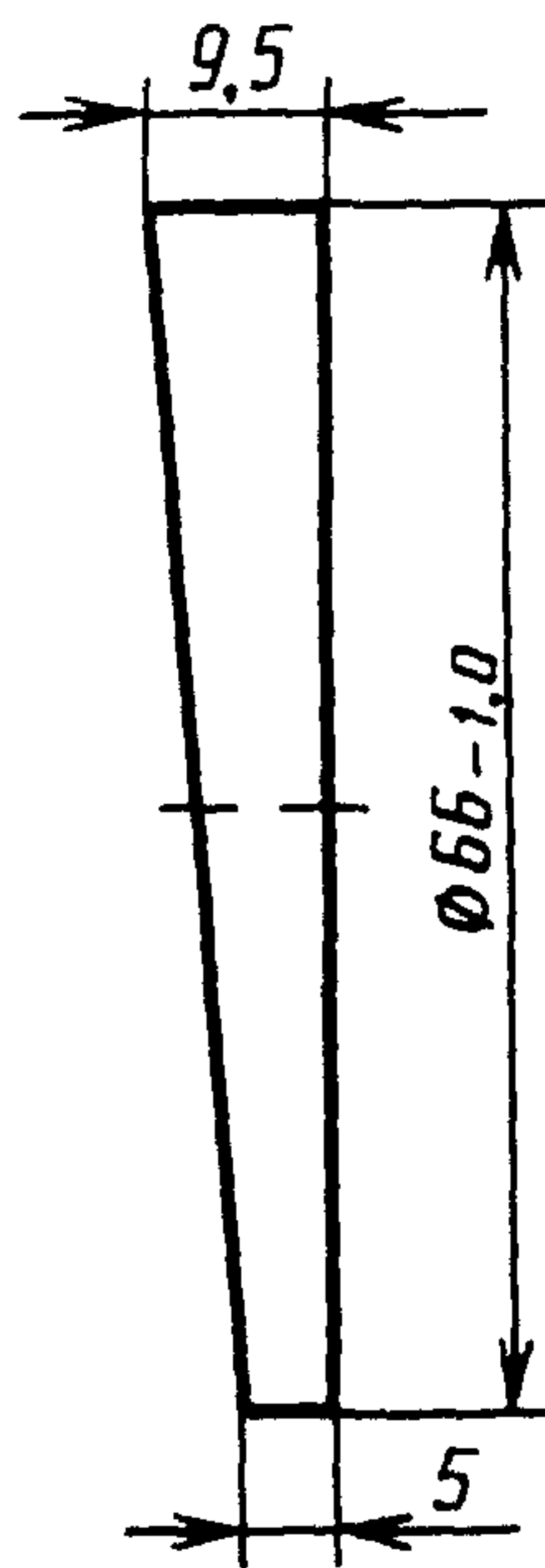
6.3. Поверяемое средство измерений считается прошедшим поверку с положительным результатом, если значения Δn и Δp при доверительной вероятности 0,95 не превышают 10 и 15 % соответственно и допускается к применению на той длине волны, на которой проводилась поверка.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. Положительные результаты поверки оформляются внесением в формуляр значений Δn и Δp .

7.2. Средства измерений, прошедшие поверку с отрицательным результатом, запрещается выпускать в обращение и применять. Они подлежат ремонту с последующей поверкой.

Оптический клин



Материал: Стекло БС-3 ГОСТ 9411-15

Двойное лучепреломление 2

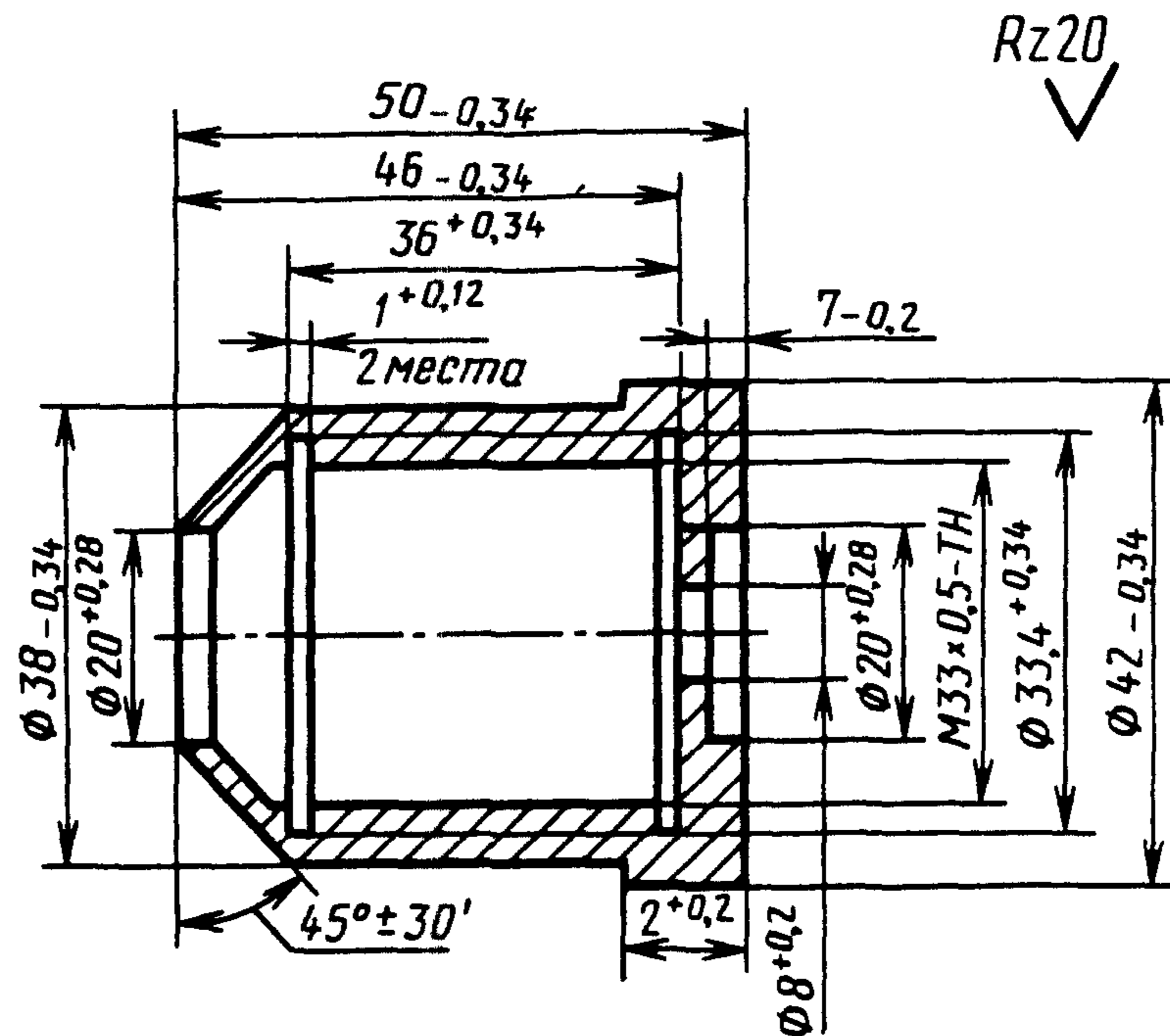
Бессвильность 1Б

Пузырность 3А

$n = 2$

$\Delta n = 0,2$

Диафрагма



1. Покрытие: А.Окс.черный

2. Материал: Сплав Д16Т ГОСТ 4784-74

Протокол № _____
 поверки измерителя энергии импульсов лазерного излучения ИФЦ-ЗМ,
 заводской № _____ изготовленного _____, принадлежащего _____

Операция поверки	Уровень энергии, Дж	Показания, Дж	Наблюдения по порядку					Вычисление составляющих погрешности, %
			1	2	3	4	5	
Определение $S_1, S_2, \theta_1, \theta_2$	0,1 - 0,2	ОСИ, W_{0i}				$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \frac{W_{0i}}{W_{ki}}$	$S_1 = S(k_i) = \frac{100}{\bar{k}} \sqrt{\sum_{i=1}^5 \frac{(k_i - \bar{k})^2}{6}}$	
		контрольного средства измерений W_{ki}						
		$k = \frac{W_{0i}}{W_{ki}}$						
		поверяемого СИ, W_i						$S_2 = S(W_i/W_{ki}) = \frac{100}{\bar{W}/W_k} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 [(\frac{W_i}{W_{ki}})^2 - (\frac{\bar{W}}{W_k})^2]}{20}}$
		контрольного СИ, W_{ki}						
		W_i/W_{ki}						
		$\bar{k} W_{ki}$						
		$\frac{W_i - \bar{k} W_{ki}}{\bar{k} W_{ki}}$						

Операция поверки	Уровень энергии, Дж	Показания, Дж	Наблюдения по порядку					Вычисление составляющих погрешности %
			1	2	3	4	5	
Определение S_1, S_2 θ_1, θ_2	0,4 - 0,5	ОСИ W_{10L}						$\theta_1 = \frac{100}{5} \sum_1^5 \frac{W_{1i} - \bar{k}_1 W_{k1i}}{\bar{k}_1 W_{k1i}}$ $\theta_2 = \frac{200}{5} \left \sum_1^5 \frac{(W_{1i} - \bar{k}_1 W_{k1i}) - \frac{W_{1i} - \bar{k}_1 W_{k1i}}{\bar{k}_1 W_{k1i}}}{\bar{k}_1 W_{k1i}} \right =$ $= \left 2\theta_1 - \frac{200}{n} \sum_1^5 \frac{W_{1i} - \bar{k}_1 W_{k1i}}{\bar{k}_1 W_{k1i}} \right $
		контрольного СИ, W_{k1L}						
		$\bar{k}_1 = W_{10L} / W_{k1L}$						
		поверяемого СИ W_{1L}						
		контрольного СИ W_{k1L}						
		W_{1L} / W_{k1L}						
		$\bar{k}_1 W_{k1L}$						
		$\frac{W_{1i} - \bar{k}_1 W_{k1i}}{\bar{k}_1 W_{k1i}}$						

Опера- ция по- верки	Показания, Дж	Условия измерений										Наблюдения по порядку										Вычисление со- ставляющих погрешности					
		$l = 0\text{мм}$ $\alpha = 0^\circ$ $\Gamma = 293\text{К}$ (243К, 323К)					$l_1 = 5(20)\text{мм}$ $\alpha_1 = 0^\circ$ $l_1 = 0\text{мм}$ $\alpha_1 = 1,5^\circ$					$l_2 = 5(20)\text{мм}$ $\alpha_2 = 0^\circ$ $l_2 = 0\text{мм}$ $\alpha_2 = 7,5^\circ$					$l_3 = 5(20)\text{мм}$ $\alpha_3 = 0^\circ$						$l_4 = 5(20)\text{мм}$ $\alpha_4 = 0^\circ$				
		I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5		I	2	3	4	5
Опреде- ление θ_3', θ_3'' θ_4', θ_4'' θ_5	Контроль- ного СИ $W_{Rl} W_{Rl_c}$																										$\theta_3 = \frac{100 \left \sum_1^5 \frac{W_{l_i}}{W_{Rl_i}} - \sum_1^5 \frac{W_{l_i}}{W_{Rl_i}} \right }{\sum_1^5 \frac{W_{l_i}}{W_{Rl_i}} + \sum_1^5 \frac{W_{l_i}}{W_{Rl_i}}}$ $\theta_3' = \theta_3 (l = 5\text{мм})$ $\theta_3'' = \theta_3 (l = 20\text{мм})$ $\theta_4' = \theta_4 (\alpha = 1,5^\circ)$ $\theta_4'' = \theta_4 (\alpha = 7,5^\circ)$
	поверяемо- го СИ $W_l W_{Tl}$																										
	$\frac{W_l}{W_{Rl}} \quad \frac{W_{Tl}}{W_{Rl_c}}$																										
	$\sum_1^5 \frac{W_l}{W_{Rl}}$ $\left(\sum_1^5 \frac{W_{Tl}}{W_{Rl_c}} \right)$																										

Опера- ция по- верки	Показания, Дж	Условия измерений										Наблюдения по порядку																				Вычисление составляю- щих погреш- ности
		$l = 0\text{мм}$					$l_1 = 5(20)\text{мм}$					$l_2 = 5(20)\text{мм}$				$l_3 = 5(20)\text{мм}$				$l_4 = 5(20)\text{мм}$												
		$\alpha = 0^\circ$					$\alpha_1 = 0^\circ$					$\alpha_2 = 0^\circ$				$\alpha_3 = 0^\circ$				$\alpha_4 = 0^\circ$												
		$T = 293\text{К}$ (243К, 323К)					$l_i = 0\text{мм}$ $\alpha_i = 1,5^\circ$					$l_2 = 0\text{мм}$ $\alpha_2 = 7,5$																				
		I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5						
Опреде- ление θ_3', θ_3'' θ_4', θ_4'' θ_5	контрольно- го СИ $W_{kci} \ W_{kai}$																										$\theta_5(243) = \frac{100}{\sum_1^5 \frac{W_{ci}}{W_{kci}} + \sum_1^5 \frac{W_{kci}}{W_{kai}}} \left \frac{\sum_1^5 \frac{W_{kci}}{W_{kai}}}{\sum_1^5 \frac{W_{kci}}{W_{kai}}} - \frac{\sum_1^5 \frac{W_{ci}}{W_{kai}}}{\sum_1^5 \frac{W_{ci}}{W_{kai}}} \right $					
	поверяемо- го СИ $W_{ai} \ W_{ei}$																															
	$W_{ei} (W_{kci})$ $W_{ai} (W_{kai})$																															
	$\sum_1^5 \frac{W_{ei}}{W_{kci}}$ $\sum_1^5 \frac{W_{ai}}{W_{kai}}$																															