

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ - филиала ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Е.П. Собина

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Приборы для измерений внутреннего диаметра и отклонений
от прямолинейности оси трубы ИДП

Методика поверки

МП 29-233-2021

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Перечень операций поверки	1
4 Требования к условиям проведения поверки.....	2
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	2
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	2
7 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	3
8 Внешний осмотр средства измерений	3
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	3
10 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	4
11 Определение метрологических характеристик средства измерений	4
12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	6
13 Оформление результатов поверки.....	7
Приложение А.....	8
Приложение Б	9

Государственная система обеспечения единства измерений
Приборы для измерений внутреннего диаметра и отклонений от прямолинейности оси трубы
ИДП
Методика поверки

Введена с «___» _____ 202 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Приборы для измерений внутреннего диаметра и отклонений от прямолинейности оси трубы ИДП (далее-Приборы), изготавливаемые ООО «НПП «ПРИЗМА» и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка приборов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 Передача единиц величин поверяемым Приборам должна быть обеспечена от эталонов и средств измерений утвержденного типа, прослеживаемых к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 г.

1.3 В настоящей методике реализована поверка методом непосредственного сличения результатов измерений геометрической величины поверяемым СИ со значением этой же величины, измеренной эталоном, а также сличения результатов измерений геометрической величины с мерой этой величины с помощью компаратора.

1.4 Интервал между поверками – 1 год.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Приказ Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»

Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм»

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия

Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то раздел, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Перечень операций поверки

3.1 Первичную поверку Приборов выполняют до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

3.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации Приборов по истечении интервала между поверками.

3.3 При проведении первичной и периодической поверок Приборов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичная	периодическая
Внешний осмотр средства измерений	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	да	да
Проверка программного обеспечения	10	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений			
Определение абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра	11.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой	11.2	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений длины до контролируемого сечения	11.3	да	да

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие образование не ниже среднего технического, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на Приборы и средства поверки, работающие в метрологической службе предприятия, аккредитованной на право поверки средств измерений.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.2	Рабочий эталон 4 разряда ГПС* (Оптиметр электронный горизонтальный ИКГ-3э, рег. № 52617-13); Рабочий эталон 4 разряда ГПС* (Меры длины концевые плоскопараллельные, рег. № 38376-08); Набор принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам длины ПК-1, рег. № 3355-72.
11.2	Рабочий эталон 4 разряда ГПС* (Головка микрометрическая МГ 25, мод. 131, рег. № 7422-87)
11.3	Рабочий эталон 3 разряда ГПС* (Рулетка измерительная металлическая ЕХ20/5, диапазон измерений (0-20) м, КТ 2, рег. № 22003-07)
9-11	Термогигрометр электронный, диапазоны измерений: температура воздуха от +10 до +40 °С, $\Delta = \pm 1$ °С; относительная влажность воздуха от 15 до 90 %, $\Delta = \pm 3$ %

Номер пункта методики	Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.2–11.1	Кольцо установочное ИДП.06.000 из комплекта Прибора
11.1	Приспособление контрольное ИДП.03.000 из комплекта Прибора (Приложение Б)
11.2	Приспособление контрольное ИДП.04.000 из комплекта Прибора (Приложение Б)
9.1, 11	Образец контролируемой трубы длиной не менее 800 мм, диаметром из диапазона измерений диаметров труб, контролируемых прибором, $R_a \leq 1,2$ мкм
* - Государственная поверочная схема средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 г.	

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

6.3 Для проведения поверки допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 6.1, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

7 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки и поверяемое СИ, а также требования безопасности, действующие на предприятии, на территории которого проводится поверка.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре Приборов необходимо установить:

- комплектность Приборов, наличие маркировки в соответствии с эксплуатационной документацией;

- отсутствие на комплектующих элементах Приборов, соединительных кабелях механических повреждений, влияющих на работоспособность.

8.2 В случае обнаружения каких-либо повреждений, способных повлиять на безопасность проведения поверки, поверку необходимо прервать до устранения замечаний.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Подготовить Прибор и средства поверки к проведению поверки.

9.1.1 Образец контролируемой трубы установить на опоры приспособления контрольного, при этом опоры должны располагаться на расстоянии $1/5$ длины трубы от торцов трубы.

9.1.2 Средства поверки и поверяемый Прибор подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

9.1.3 Произвести установку измерительного зонда в контролируемую трубу.

9.1.4 Произвести установку лазерного модуля.

9.1.5 Произвести необходимые подключения составных элементов Прибора.

9.1.6 Выдержать Прибор, кольцо установочное ИДП.06.000, приспособления контрольные ИДП.03.000, ИДП.04.000 и образец трубы в условиях поверки (п. 4.1) не менее двух часов.

9.1.7 Подключить Прибор к компьютеру и источнику питания согласно РЭ.

9.1.8 Запустить программу IDP_comp.

9.1.9 Запустить процесс измерений.

9.1.10 Проверить наличие изменений показаний диаметра, расстояний до контролируемого сечения, результатов измерений отклонений точек оси трубы от опорного лазерного луча при продвижении измерительного зонда по каналу трубы.

9.2 С помощью оптиметра электронного горизонтального, мер длины концевых и набора принадлежностей к концевым мерам провести измерения геометрических параметров кольца установочного ИДП.06.000 (Приложение А).

9.2.1 Измерения каждого диаметра, представленного i -ой ступенью кольца установочного провести не менее трех раз с каждой стороны кольца.

9.2.2 При измерениях проконтролировать отклонение от круглости кольца на соответствие требованиям, указанным в Приложении А.

9.2.3 За действительное значение i -ого диаметра принять среднее значение $\overline{d_{ид}}$, мм.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проверить идентификационные данные ПО.

10.1.1 При запуске программы IDP_comp. считать идентификационные данные ПО с экрана компьютера.

10.1.2 Идентификационные данные Приборов должны соответствовать таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	IDP_comp
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	–

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра

11.1.1 Установить кольцо установочное ИДП.06.000 в приспособление контрольное ИДП.03.000 (Приложение А).

11.1.2 Установить измерительный зонд Прибора в приспособление контрольное таким образом, чтобы сканерные лазеры находились внутри кольца установочного.

11.1.3 Измерить все диаметры кольца установочного с помощью Прибора.

11.1.4 Измерения каждого i -го диаметра провести не менее трех раз. За результат принять среднее арифметическое значение $\overline{d_i}$, мм.

11.1.5 Определить систематическую составляющую абсолютной погрешности Прибора, θ_{di} , мм, при измерении каждого i -го диаметра по формуле

$$\theta_{di} = |\overline{d_i} - \overline{d_{ид}}| + \theta_{zi} . \quad (1)$$

где $\overline{d_{ид}}$ – действительное значение i -го диаметра кольца установочного, определенное в пункте 9.2, мм;

θ_{zi} - предел абсолютной погрешности измерений диаметра кольца, мм, с помощью оптиметра и концевых мер длины с принадлежностями (без учета знака).

Примечание – Значение θ_{zi} рекомендуется выбирать из таблицы П.2 РД 50-98 для соответствующей измеряемой длины.

11.1.6 За систематическую составляющую абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра принять максимальное, определенное по формуле (1) значение.

11.1.7 Установить измерительный зонд прибора в подготовленный образец трубы, установленный на опоры приспособления контрольного ИДП.04.000, расположенные на расстоянии 1/5 длины трубы от концов трубы.

11.1.8 Измерить с помощью Прибора внутренний диаметр трубы не менее чем в трех, равномерно расположенных по длине сечениях трубы. Измерения диаметра в одних и тех же сечениях провести не менее десяти раз.

11.1.9 Определить случайную составляющую абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра в каждом k -ом сечении S_{dk} , мм, по формуле

$$S_{dk} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (d_{jk} - \bar{d}_k)^2}{m-1}}, \quad (2)$$

где d_{jk} – j -ое, измеренное в k -ом сечении, значение диаметра, мм;

\bar{d}_k – среднее арифметическое из m измеренных в k -ом сечении диаметров, мм.

11.1.10 За случайную составляющую S_d , мм, абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра принять максимальное значение, рассчитанное по формуле (2).

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой

11.2.1 Установить измерительный зонд в кольцо приспособления контрольного ИДП.04.000 с микрометрическими винтами, расположенными в горизонтальном (ось X) и вертикальном (ось Y) направлении в центральном сечении кольца.

11.2.2 С помощью микрометрического винта (головки микрометрической), расположенного в горизонтальном направлении, передвигая микрометрический винт в направлении центра кольца в диапазоне от 0 до 9 мм, убедиться в том, что измеренные прибором показания отклонений от прямолинейности по оси Y не меняются при изменяющихся показаниях по оси X.

11.2.3 Аналогично предыдущему пункту проверить отсутствие изменений показаний по оси X при перемещении микрометрического винта, расположенного в вертикальном направлении.

11.2.4 С помощью прибора провести ряд измерений отклонений точек оси кольца от опорной прямой, не менее пяти раз в пяти точках диапазона измерений.

11.2.5 Измерения провести как по оси X, так и по оси Y.

11.2.6 Определить систематическую составляющую абсолютной погрешности измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой $\theta_{hx/y}$, мм, (без учета знака) в каждой выбранной точке диапазона измерений по формуле

$$\theta_{hx/y} = |\overline{h_{x/y}} - h_{x/y_d}| + \theta_{zx/y}, \quad (3)$$

где $\overline{h_{x/y}}$ – среднее арифметическое из измеренных прибором значений отклонений точек оси трубы от опорной прямой, мм;

h_{x/y_d} – действительное значение отклонений точек оси трубы от опорной прямой, созданное микрометрической головкой, мм;

$\theta_{\text{эx/y}}$ – предел абсолютной погрешности микрометрической головки (без учета знака), мм.

11.2.7 За систематическую составляющую абсолютной погрешности измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой θ_h , мм, принять максимальное, определенное по формуле (3) значение.

11.2.8 Поместить измерительный зонд прибора в подготовленный образец трубы, установленный на опоры контрольного устройства.

11.2.9 Согласно РЭ установить и настроить лазерный модуль, создающий опорный лазерный луч, имитирующий опорную прямую, проходящую через центры входного и выходного сечения трубы.

11.2.10 С помощью Прибора провести измерения отклонений точек реальной оси трубы от опорной прямой не менее чем в трех сечениях трубы не менее десяти раз в каждом сечении.

11.2.11 Определить случайную составляющую абсолютной погрешности измерений точек оси трубы от опорной прямой по оси X/Y в каждом k-ом сечении S_{hk} , мм, по формуле

$$S_{hx/y_k} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (h_{jx/y_k} - \bar{h}_{x/y_k})^2}{m-1}}, \quad (4)$$

11.2.12 За случайную составляющую абсолютной погрешности измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой S_h , мм, принять максимальное, определенное по формуле (4) значение.

11.3 Определение абсолютной погрешности измерений расстояний до контролируемого сечения трубы

11.3.1 С помощью рулетки измерительной провести проверку показаний расстояний до контролируемого сечения не менее чем в трех равномерно распределенных по длине трубы сечениях, исключая начало и конец трубы.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Используя результаты вычислений θ_d , мм, (11.1.5, 11.1.6) и S_d , мм, (11.1.9, 11.1.10), вычислить абсолютную погрешность измерений внутреннего диаметра Δ_d , мм, по формуле

$$\Delta_d = \frac{2,262 \cdot S_d + \theta_d}{S_d + \sqrt{\frac{\theta_d^2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{\theta_d^2}{3} + S_d^2}. \quad (5)$$

12.2 Используя результаты вычислений θ_h , мм, (11.2.6, 11.2.7) и S_h , мм, (11.2.11, 11.2.12), вычислить абсолютную погрешность измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой Δ_h , мм, по формуле

$$\Delta_h = \frac{2,262 \cdot S_h + \theta_h}{S_h + \sqrt{\frac{\theta_h^2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{\theta_h^2}{3} + S_h^2}. \quad (6)$$

12.3 Вычислить абсолютную погрешность измерений расстояний до k-го контролируемого сечения Δ_{Lk} , мм, в нормируемом диапазоне измерений по формуле

$$\Delta_{Lk} = L_k - L_{ok}, \quad (7)$$

где L_k – значение расстояния до k -ого сечения, измеренное Прибором, мм;

$L_{ок}$ – действительное значение расстояния, измеренное рулеткой, мм.

12.4 Метрологические характеристики Прибора должны соответствовать нормированным в таблице 12.1 значениям.

Таблица 12.1 – Допускаемые значения метрологических характеристик

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений внутреннего диаметра, мм	от D_n до D_v
Диапазон нижнего номинального значения диаметра, D_n , мм	от 98 до 200
Диапазон верхнего номинального значения диаметра, D_v , мм	от 108 до 210
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра, мм	$\pm 0,02$
Пределы измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой, мм	$\pm 4,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонений точек оси трубы от опорной прямой, мм	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины до контролируемого сечения, мм	± 1
Цена единицы наименьшего разряда показывающего устройства, мм:	
- при измерении диаметра и отклонений точек оси трубы от опорной прямой	0,001
- при измерении расстояний до контролируемого сечения	0,1

13 Оформление результатов поверки

13.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки произвольной формы.

13.2 При положительных результатах поверки Прибор признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Знак поверки в виде оттиска поверительного клейма наносится на свидетельство о поверке в случае его оформления.

13.3 В случае отрицательных результатов поверки Прибор признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

13.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906.

И. о. зав. лаб. 233 УНИИМ-филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева



Л.А. Трибушевская

Вед. инж. лаб. 233 УНИИМ-филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева



Т.Н. Сафина

Приложение А

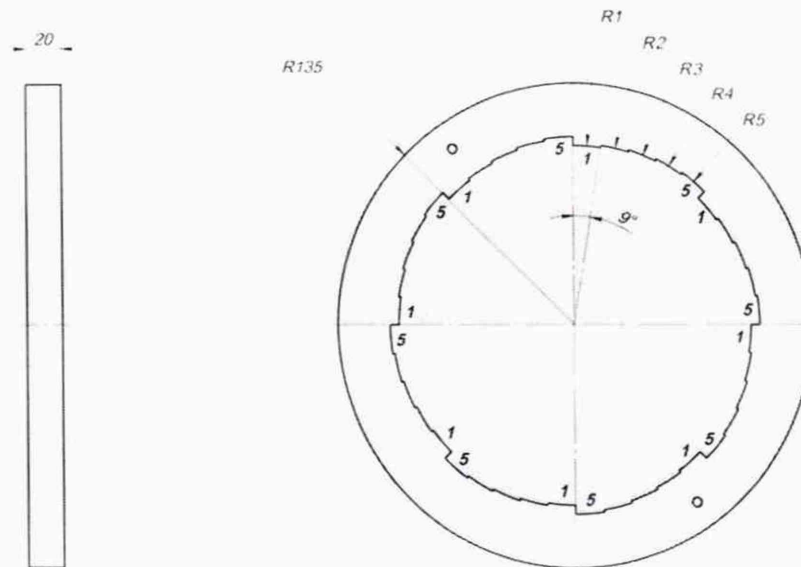


Рисунок А1 – Кольцо установочное ИДП.06.000

Метрологические требования к характеристикам кольца установочного

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения диаметров кольца ступенчатого*	согласно заданию Заказчика
Допускаемое отклонение диаметров от номинальных значений, мм	$\pm 0,02$
Допускаемое отклонение от круглости, мм	0,005
Параметр шероховатости R_a , мкм	$\leq 1,2$
* - указываются в паспортных данных кольца установочного (раздел 9 руководства по эксплуатации Прибора)	

Приложение Б

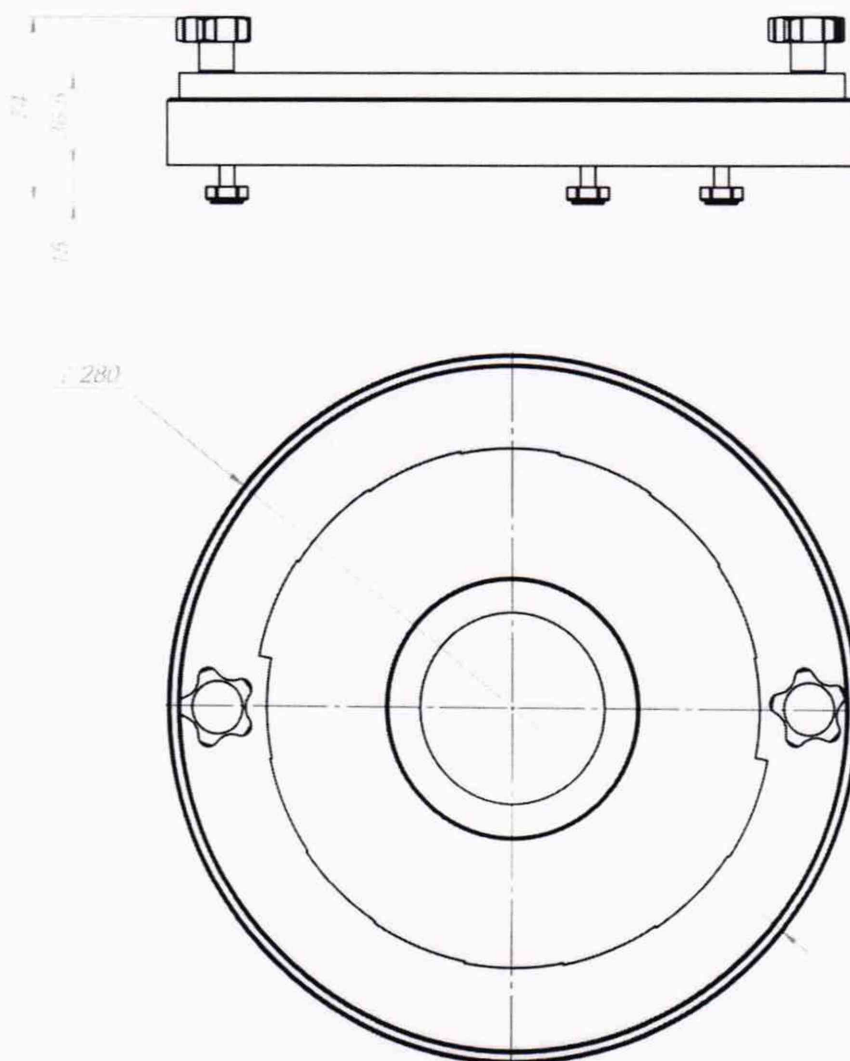


Рисунок Б1- Приспособление контрольное ИДП.03.000

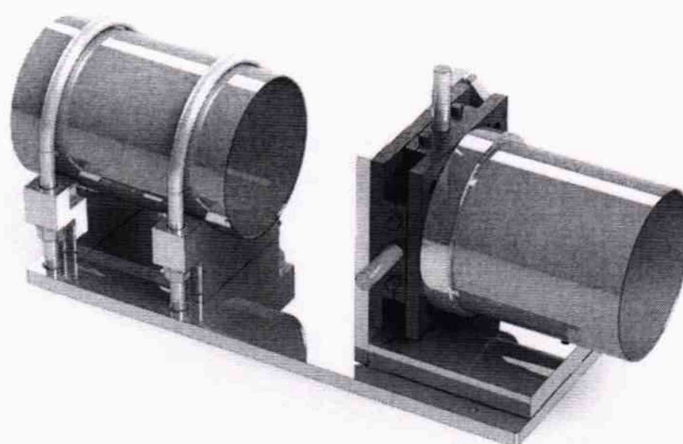


Рисунок Б2 – Приспособление контрольное ИДП.04.000