

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

«24» августа 2023 г.

«ГСИ. Установка для измерений геометрических параметров дисков специальных
УДЗТК 1910. Методика поверки»

МП 40-233-2023

Екатеринбург
2023

Разработана: УНИИМ - филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Исполнители: Трибушевская Л.А. (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»)
Сафина Т.Н. (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Согласована: УНИИМ - филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
«____» _____ 202 г.

Введена впервые

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Перечень операций поверки средства измерений.....	2
4 Требования к условиям проведения поверки.....	2
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	3
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	3
7 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	4
8 Внешний осмотр средства измерений	4
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	4
10 Проверка программного обеспечения средства измерений	4
11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	5
12 Оформление результатов поверки.....	7
ПРИЛОЖЕНИЕ А Приспособление - опора	8
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Схема установки образца диска специального на призмы компарирующего устройства и приспособление-опору	9
ПРИЛОЖЕНИЕ В Требования к образцам дисков, входящих в комплект Установки	10
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Структура локальной поверочной схемы для средств измерений геометрических параметров дисков специальных	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Структура локальной поверочной схемы для средств измерений длины в области измерений отклонений от плоскостности дисков специальных.....	12

Государственная система обеспечения единства измерений
Установка для измерений геометрических параметров дисков специальных УДЗТК 1910
Методика поверки

Введена с «___» _____ 202 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Установку для измерений геометрических параметров дисков специальных УДЗТК 1910 (далее - Установка) под заводским № 2001 и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок.

1.2 Передача единиц величин поверяемой Установке должна быть обеспечена от применяемых при поверке эталонов и средств измерений утвержденного типа, прослеживаемых к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» согласно локальной поверочной схеме (далее – ЛПС), структура которой приведена в Приложении Г, а также к ГЭТ 130-2019 «Государственному первичному специальному эталону длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности» согласно ЛПС, структура которой приведена в Приложении Д.

1.3 В настоящей методике реализована поверка методом сличения при помощи средств сравнения результатов измерений геометрической величины поверяемым средством измерений со значением этой же величины, измеренной эталоном (средством измерений утвержденного типа соответствующей точности).

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки Установки для измерений геометрических параметров дисков специальных УДЗТК 1910, используемой в качестве рабочего средства измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений внутреннего диаметра, мм	от 333 до 451
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра, мм	$\pm 0,05$
Диапазон измерений наружного диаметра, мм	от 407 до 515
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений наружного диаметра, мм	$\pm 0,05$
Диапазон измерений толщины, мм	от 3,4 до 4,6
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мм	$\pm 0,05$
Диапазон измерений отклонений от плоскостности, мм	от 0 до 0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности, мм	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины общей нормали*, мм	$\pm 0,1$
Цена единицы наименьшего разряда показывающего устройства, мм	0,001
Примечание - Значения геометрических параметров приводятся при температуре окружающей среды +20 °С.	
* - Относится к экземплярам дисков специальных с наличием зубьев и номинальной длиной общей нормали 142 и 170 мм.	

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

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»

Приказ Росстандарта № 314 от 15 марта 2021 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности»

Приказ Росстандарта № 472 от 06 апреля 2021 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба»

ГОСТ 10905 – 86 «Плиты поверочные и разметочные. 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 средства измерений

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

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

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

Таблица 3.1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при поверке		Номер пункта методики
	первичная	периодическая	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
Определение абсолютной погрешности измерений толщины, внутреннего и наружного диаметра, длины общей нормали	да	да	11.1
Определение абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности	да	да	11.2

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия, если не оговорено особо:

- температура окружающего воздуха, °С..... от +10 до +30;
- относительная влажность воздуха, %, не более80;
- изменение температуры окружающего воздуха в течение часа, °С, не более2.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие образование не ниже среднего технического, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на Установку 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

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9-11 Контроль условий поверки	Средства измерений: -температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 до 30 °С, $\Delta=\pm 1$ °С; -относительной влажности воздуха в диапазоне от 15 % до 90 %, $\Delta=\pm 3$ %	Термогигрометр CENTER-313, рег. № 22129-09
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Образцы дисков с характеристиками по приложению В; Средства измерений длины в диапазоне измерений 0-110 мм, $\Delta\pm 0,3$ мкм; Линейка лекальная длиной до 200 мм, допуск прямолинейности 1,2 мкм	Образцы дисков из комплекта Установки (приложение В) Оптиметр вертикальный ИКВ-3, рег. № 140-73; Линейка лекальная трехгранная, ЛТ рег. № 3462-73;
п. 11.1 Определение абсолютной погрешности измерений толщины, внутреннего и наружного диаметра, длины общей нормали	Машина координатно-измерительная 2 разряда по ГПС*, диапазон измерений от 0 до 1000 мм, $\Delta=\pm(2,9+L/250)$ мкм, L – в мм. Образцы дисков с характеристиками по приложению В	Машина трехкоординатная измерительная ACCURA II, рег. № 51180-12 Образцы дисков из комплекта Установки (приложение В)
п. 11.2 Определение абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности	Плита поверочная размером, не менее 630×400 мм, КТ 0 по ГОСТ 10905. Устройство компарирующее, диапазон измерений от 0 до 0,5 мм, $\Delta=\pm 2$ мкм	Плита поверочная 630×630 мм, КТ 0, рег. № 40686-17; Устройство компарирующее, рег. № 9458-84; Щупы измерительные от 0,02 до 0,5 мм, рег. № 369-89; Приспособление-опора (приложение А).
*- Государственная поверочная схема для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, Приказ Росстандарта № 472 от 06 апреля 2021 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 необходимо установить соответствие Установки описанию типа (ОТ), проверить:

- комплектность Установки, наличие маркировки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- отсутствие на комплектующих элементах Установки, 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 Установку и средства поверки к проведению поверки.

9.1.1 Средства поверки и поверяемую Установку подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

9.1.2 Проверить дополнительное приспособление - опору на соответствие техническим требованиям согласно приложению А. Все несоответствия перед поверкой Установки должны быть устранены.

9.1.3 Выдержать Установку, образцы дисков из комплекта Установки, средства поверки в условиях поверки (п. 4.1) не менее одного часа.

9.1.4 Установить любой образец диска из комплекта Установки на опоры вращающегося стола Установки.

9.1.5 Подключить Установку к источнику питания.

9.1.6 Прогреть Установку в течение одного часа.

9.1.7 Запустить программу «UVZ_QT».

9.1.8 Запустить процесс измерений.

9.1.9 Проверить наличие измеренных значений геометрических параметров диска.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Идентификационные данные программного обеспечения (далее ПО) проверить при запуске программы (п. 9.1.8).

10.2 Идентификационные данные ПО Установки должны соответствовать таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	UVZ_QT
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1.X
Цифровой идентификатор ПО	–
* - «X» может принимать значения от 0 до 9	

11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений толщины, внутреннего и наружного диаметра, длины общей нормали

11.1.1 Определить действительные значения геометрических параметров образцов дисков (толщина, внутренний и наружный диаметры, длина общей нормали зубчатых дисков) с помощью машины трехкоординатной измерительной ACCURA, оснащенной специальным ПО «Calypso», предназначенным для измерений геометрических параметров изделий сложной формы, в том числе, зубчатых дисков.

11.1.2 Измерения каждого параметра провести трехкратно, за результат принять среднее арифметическое значение, при этом проконтролировать среднее квадратическое отклонение среднего арифметического, которое должно быть не более 1 мкм, в противном случае, провести повторные измерения, но уже пятикратно.

Примечание -Измерения провести при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80 % после выдержки образцов дисков в этих условиях не менее одного часа.

11.1.3 Измерить геометрические параметры каждого образца диска с помощью Установки не менее 5 раз, сохранить результаты измерений всех геометрических параметров дисков в виде отдельных файлов.

11.1.4 Определить среднее значение каждого i -го геометрического параметра, \overline{l}_{ij} , мм, каждого j – го диска из измеренных в п.11.1.3 значений.

11.1.5 Вычислить СКО случайной составляющей абсолютной погрешности Установки при измерении каждого i -го геометрического параметра j – го диска, S_{ij} , мм, по формуле

$$S_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{g=1}^m (l_{ijg} - \overline{l}_{ij})^2}{(m-1)}}, \quad (1)$$

где l_{ijg} – g -ое измеренное Установкой значение i -го геометрического параметра j – го диска, мм;

\overline{l}_{ij} – среднее значение из m измеренных (11.1.3) значений i -го геометрического параметра j – го диска, мм.

11.1.6 За случайную составляющую S_i , мм, абсолютной погрешности Установки при измерении i -го геометрического параметра принять максимальное, определенное по формуле (1) значение.

11.1.7 Определить систематическую составляющую абсолютной погрешности Установки θ_{ij} , мм, при измерении каждого геометрического параметра каждого j – го диска по формуле

$$\theta_{ij} = |\overline{l}_{ij} - l_{ijз}| + \Delta_{эi}, \quad (2)$$

где $\Delta_{эi}$ – абсолютная погрешность эталона, применяемого при измерениях действительных значений i -го геометрического параметра, без учета знака, мм;

l_{ij3} – действительное значение i -го геометрического параметра j – го диска, измеренного с помощью эталона (п. 11.1.2), мм.

11.1.7.1 За систематическую составляющую θ_i , мм, абсолютной погрешности Установки при измерении i -го геометрического параметра принять максимальное из определенных по формуле (2) значений.

11.1.8 *Расчет абсолютной погрешности измерений толщины, внутреннего и наружного диаметров, длины общей нормали*

11.1.8.1 Вычислить абсолютную погрешность Установки при измерении каждого i -го геометрического параметра, Δ_i , мм, по формуле

$$\Delta_i = \frac{2,776 \cdot S_i + \theta_i}{S_i + \sqrt{\frac{\theta_i^2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{\theta_i^2}{3} + S_i^2}. \quad (3)$$

11.1.8.2 Абсолютная погрешность Установки при измерении толщины, внутреннего и наружного диаметра, длины общей нормали дисков специальных не должна выходить за нормированные в таблице 1.1 пределы.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности

11.2.1 Определить отклонение от плоскостности каждого диска из комплекта Установки с помощью поверочной плиты и компарирующего устройства.

11.2.1.1 Установить образец диска на призмы компарирующего устройства и вспомогательное приспособление-опору (приложение А), расположенные на поверочной плите, согласно схеме приложения Б.

11.2.1.2 С помощью компарирующего устройства определить участок с наименьшим по значению отклонением точек поверхности диска от плоскости плиты.

11.2.1.3 Переставить диск таким образом, чтобы участок с минимальным отклонением от плоскости плиты оказался на одной из призм. В результате этой перестановки можно увеличить диапазон измерений отклонений точек поверхности диска от эталонной плоскости в положительную область с помощью щупов толщиной от 0,02 до 0,5 мм, добавленных к диапазону измерений компарирующего устройства.

11.2.1.4 Провести измерения отклонений точек нижней поверхности диска с помощью компарирующего устройства. В случае выхода указателя измерительной головки за верхний диапазон шкалы установить основание компарирующего устройства на щуп, подобранный таким образом, чтобы указатель оказался в пределах диапазона измерений.

11.2.1.5 Измерения провести в 21 точках, равномерно распределенных по измеряемой поверхности диска (7 точек на каждом из трех участков, находящихся между опорными призмами).

11.2.1.6 Вычислить отклонение k -ой точки поверхности j – го диска от эталонной плоскости, h_{kj} , мм, как сумму показания измерительной головки компарирующего устройства и действительного значения толщины щупа (в случае использования щупа).

11.2.1.7 Определить отклонение от плоскостности поверхности каждого j – го диска, H_{j3} , мм, по формуле

$$H_{j3} = |h_{kjmin}| + |h_{kjmax}|, \quad (4)$$

где h_{kjmin} – минимальное значение отклонения точек j – го диска от эталонной плоскости, мм, определенное в п. 11.2.1.6;

h_{kjmax} – максимальное значение отклонения точек j – го диска от эталонной плоскости, мм, определенное в п. 11.2.1.6.

11.2.2 Определить отклонение от плоскостности каждого образца диска с помощью Установки не менее трех раз.

11.2.2.1 Определить абсолютную погрешность измерений отклонений от плоскостности для каждого диска при каждом n -ом измерении отклонения Установкой, $\Delta_{H_{jn}}$, мм, по формуле

$$\Delta_{H_{jn}} = H_{jn} - H_{jэ}, \quad (5)$$

где H_{jn} – n -ое измеренное Установкой отклонение от плоскостности j – го диска, мм;

$H_{jэ}$ – значение отклонения от плоскостности j – го диска, мм, измеренное с помощью плиты и компарирующего устройства.

11.2.2.2 Абсолютная погрешность Установки при измерении отклонения от плоскостности при каждом измерении не должна выходить за нормированные в таблице 1.1 пределы.

12 Оформление результатов поверки

12.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки Установку признают пригодной к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, оформляют результаты поверки в соответствии с действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

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 Приспособление - опора

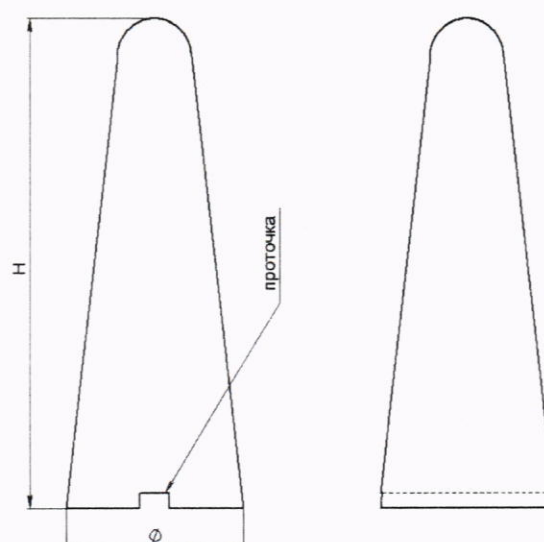


Рисунок А.1 – Приспособление - опора

Приспособление – опора предназначено в качестве дополнительного средства к компарирующему устройству для измерений отклонений точек поверхности дисков специальных от эталонной плоскости (поверочной плиты).

Приспособление перед этапом испытаний: «Определение абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности», необходимо проконтролировать на соответствие технических характеристик нормируемым в таблице А.1 значениям в условиях окружающей среды:

Температура окружающего воздуха, °С	20±1;
Относительная влажность воздуха, %, не более	80.

Таблица А.1 – нормируемые технические характеристики приспособления

Характеристика	Нормируемое значение
Высота, Н, мм	105 ±0,002
Диаметр, Ø, мм	30
Сечение проточки, мм	3х3
Отклонение основания от плоскостности, мм	просвет исключается
Материал	сталь

Отклонение высоты приспособления от нормируемой рекомендуется провести сравнением высоты приспособления с высотой каждой призмы из комплекта компарирующего устройства с помощью вертикального оптиметра.

Разновысотность каждой призмы и приспособления не должна превышать 0,002 мм.

(Подобные требования по разновысотности предъявляются к призмам из комплекта компарирующего устройства).

Сферическая поверхность должна быть гладкой, без заусенцев и царапин.

На поверхности основания не должно быть заусенцев.

Отклонение основания приспособления от плоскостности проконтролировать с помощью ледальной линейки в нескольких диаметральных направлениях, как отклонение от прямолинейности, просвета не должно быть, не считая проточки.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема установки образца диска специального на призмы компарирующего устройства и приспособление-опору

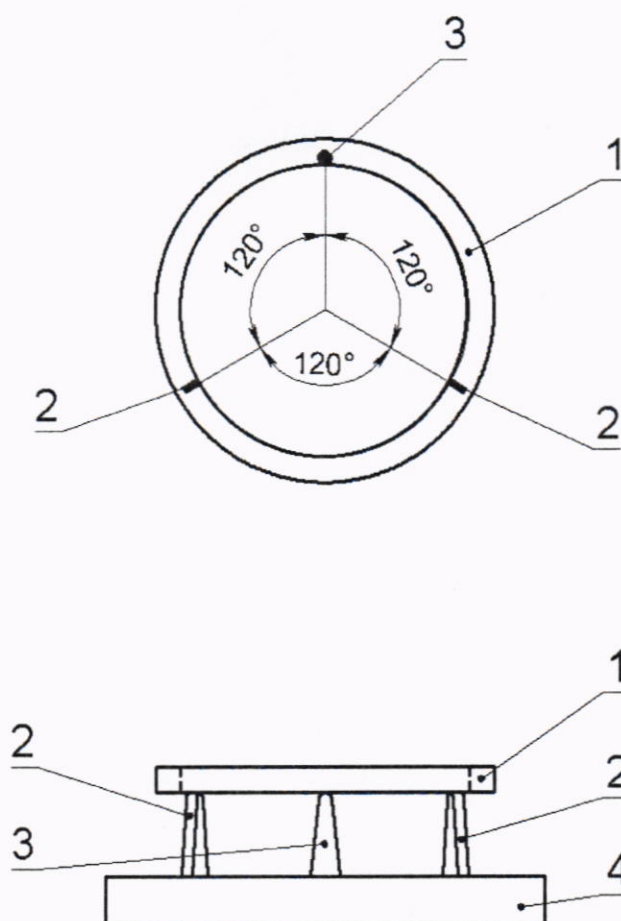


Рисунок Б.1 – Схема установки образца диска специального на призмы компарирующего устройства и приспособление-опору

- 1 – Образец диска специального;
- 2 – Призма из состава компарирующего устройства (2 шт);
- 3 – Приспособление – опора (Приложение А);
- 4 – Плита поверочная.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Требования к образцам дисков, входящих в комплект Установки

Образцы дисков должны быть выбраны из дисков специальных, подлежащих контролю с помощью Установки с номинальными геометрическими параметрами согласно таблице В.1.

Таблица В.1 – Номинальные значения геометрических параметров образцов дисков

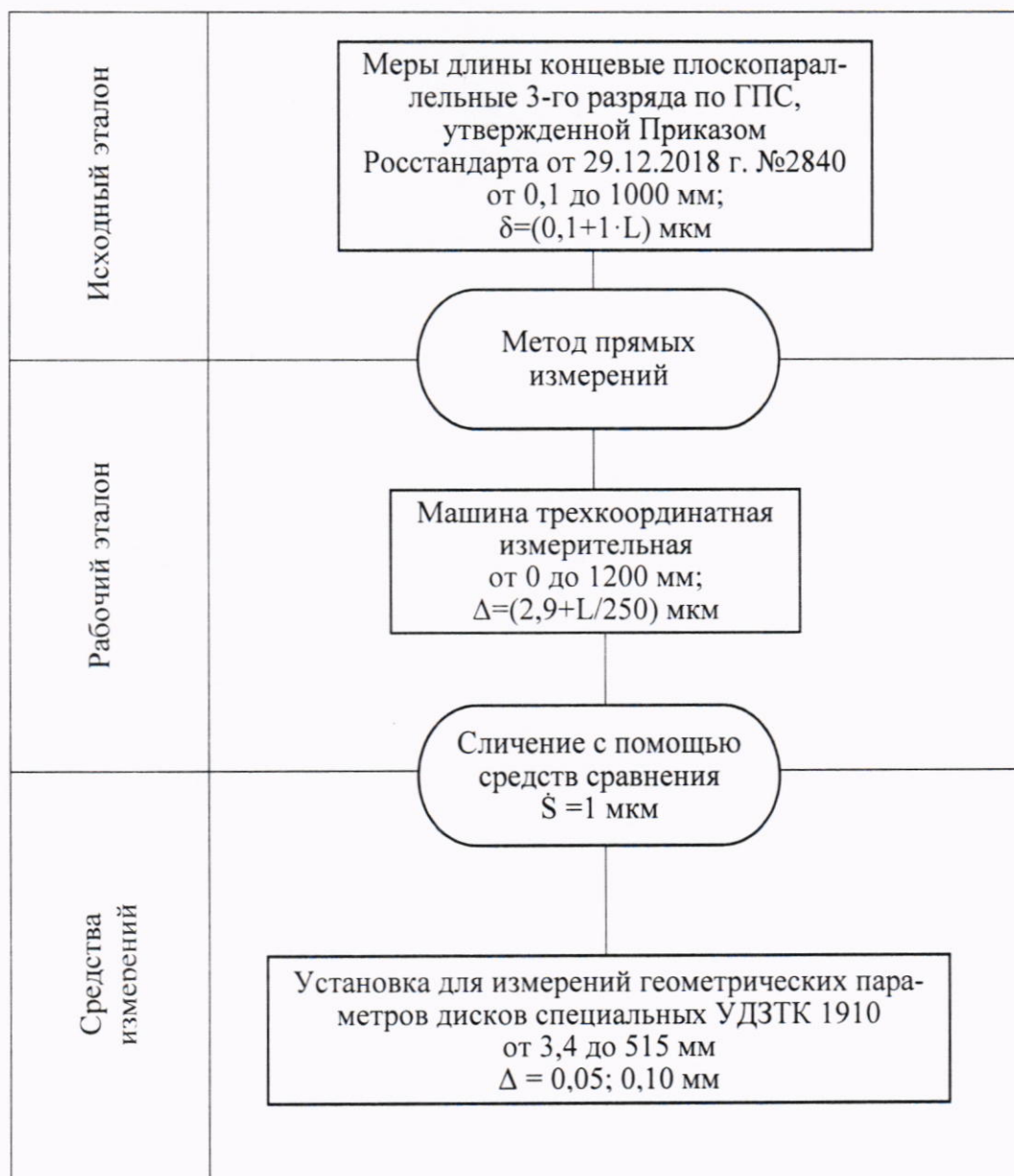
№	Наименование	Обозначение	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Толщина, мм	Длина общей нормали, мм
1	Образец диска	069-125	513	428	4,0	-
2	Образец диска	072-125	420	334	3,5	-
3	Образец диска	071-130	507	449	4,5	-
4	Образец диска	071-495	498	449	4,0	170,5
5	Образец диска	074-130	417	359	4,0	-
6	Образец диска	074-495	408	359	3,5	142,1

Примечание – Действительные геометрические параметры образцов дисков при поверке определяются с помощью трехкоординатной измерительной машины. Измерения проводятся не менее трех раз (до пяти). За результат измерений каждого параметра принимается среднее из n -измеренных значений. Проверяется СКО результата измерений каждого параметра. СКО среднего значения каждого геометрического параметра при n - кратных измерениях не должно превышать 0,001 мм.

В случае превышения СКО значения 0,001 мм даже при пятикратных измерениях поверку прекращают до выяснения причин.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений геометрических параметров дисков специальных



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений длины в области измерений отклонений от плоскостности дисков специальных

