

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А.Н. Пронин

«14» апреля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Установки контроля геометрии колес и крупногабаритных тел вращения
«ГЕОМЕТРИКС-КЛ»

Методика поверки

МП 2511-0001-2023

Руководитель отдела геометрических измерений


Н.А. Кононова

Ведущий инженер


Е.И. Логвинюк

г. Санкт-Петербург
2023

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на установки контроля геометрии колес и крупногабаритных тел вращения «ГЕОМЕТРИКС-КЛ» (далее – установки), изготавливаемые АО «Виматек», г. Санкт-Петербург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость установок к Государственному первичному эталону единицы длины - метра ГЭТ 2-2021 в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 и к Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба ГЭТ 192-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Росстандарта от 6 апреля 2021 г. № 472, в зависимости от метода передачи единицы длины применяемому средству поверки.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: сличения с помощью образца сравнения.

Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта документа по поверке	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °С 20±5;
- диапазон температуры окружающего воздуха (при выполнении измерений на машине координатной измерительной), °С 20±1;
- диапазон атмосферного давления, кПа от 84,0 до 106,7;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе со средствами поверки допускаются лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности.

4.2 К работе по поверке установок должны допускаться лица, ознакомленные с эксплуатационной документацией на поверяемую установку и средства поверки, допущенные к поверке средств измерений геометрических величин.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки установок должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1.2 Контроль параметров окружающей среды	Средство измерений температуры окружающего воздуха (пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры не более ±0,5 °С в диапазоне от 15 до 25 °С). Средство измерений относительной влажности воздуха (пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности не более ±2 % в диапазоне от 50 % до 80 %). Средство измерений атмосферного давления (диапазон измерений от 840 до 1067 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ±3 гПа).	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 Р-03-И-Д, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 71394-18).
п. 10 Определение метрологических характеристик	Средство измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы (диапазон измерений от 0 до 1200 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ±15 мкм). Колесо цельнокатаное*, изготовленное по ГОСТ 10791-2011, EN 13262:2004+A2:2011 или ААР М-107/М-208-2016, с локальным элементом - канавкой, размеры которой приведены в приложении Б (вспомогательное оборудование).	Машина координатная измерительная КИМ 1200 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 51303-12).
* - рекомендуемые значения номинального диаметра поверхности катания 760 мм, 920 мм, 950 мм, 1050 мм или 1092 мм.		

5.2 Допускается применять другие вновь разработанные или существующие средства измерений с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы длины.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены или аттестованы согласно требованиям, определенным Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, определяемые правилами безопасности труда, действующими на предприятии, а также указанные в эксплуатационной документации на установку и средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр производится визуально.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности установки требованиям руководства по эксплуатации;
- наличие маркировки установки и ее соответствие требованиям руководства по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений установки, принадлежностей к ней и соединительных кабелей, а также других повреждений, способных повлиять на безопасность проведения поверки;
- отсутствие дефектов и следов коррозии на поверхностях настроечного образца из комплекта поставки установки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции.

8.1.1 Ознакомиться с руководством по эксплуатации.

8.1.2 Провести контроль параметров окружающей среды (температура, влажность и давление окружающего воздуха) в помещении, где проводится поверка. При проведении процедуры поверки необходимо повторно проводить контроль параметров окружающей среды в помещении, где проводится поверка, раз в один час. Условия поверки должны соответствовать требованиям п. 3 настоящей методики.

8.1.3 Выдержать установку не менее 24 часов при условиях, указанных в п. 3 настоящей методики. Провести предварительную настройку установки специалистом, обученным работе с ней.

8.1.4 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

8.1.5 Настроечный образец из комплекта поставки установки освободить от смазки и прочих загрязнений с помощью хлопчатобумажной ткани, смоченной уайт-спиритом по ГОСТ 3134-78, протереть чистой сухой салфеткой из хлопчатобумажной ткани.

8.2 Провести опробование в следующей последовательности:

- включить установку в соответствии с п. 3.1 руководства по эксплуатации;
- механизмом загрузки – выгрузки установить настроечный образец стороной вверх на позицию контроля в соответствии с п. 2.3.7 руководства по эксплуатации;
- включить компьютер, запустить программное обеспечение Геометрикс-КЛ;
- в главном окне программы нажать кнопку «Загрузить»;
- в главном окне программы выбрать тип детали – настроечного образца, затем нажать кнопку «Пуск» для запуска цикла измерений (один оборот на 360°).

При опробовании должно быть установлено:

- работоспособность всех частей и узлов установки;
- получение результатов измерений геометрических параметров настроечного образца после сканирования.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Информация о наименовании и версии ПО доступна во вкладке «О программе».

Идентификационные данные ПО должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Геометрикс-КЛ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.3

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение метрологических характеристик установок проводить с применением колеса, геометрические параметры которого должны быть измерены на координатной измерительной машине (далее - КИМ).

Интервал между определением действительных значений геометрических параметров колеса и измерением колеса на поверяемой установке не должен превышать шесть месяцев.

10.1 С помощью КИМ измерить следующие геометрические параметры колеса (Приложение А):

- диаметр поверхности катания объекта контроля (D_1, D_2, D_3);
- диаметр центрального отверстия объекта контроля (D_8);
- расстояние между точками поверхностей объекта контроля в радиальном направлении ($D_4, D_5, D_6, D_7, R_1, R_2, R_3$);
- расстояние между точками поверхностей объекта контроля в осевом направлении ($L_1, L_2, L_3, M_1, M_2, M_3$);
- длина локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в осевом направлении;
- длина локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в радиальном направлении;
- расстояние между точками локального элемента и поверхностей объекта контроля в радиальном направлении.

10.1.1 Перед началом измерений необходимо освободить поверхности колеса, в том числе с внутренней поверхности ступицы, от смазки и прочих загрязнений с помощью хлопчатобумажной ткани, смоченной уайт-спиритом по ГОСТ 3134-78, и протереть чистой сухой салфеткой из хлопчатобумажной ткани.

10.1.2 Измерения геометрических параметров колеса (кроме локального элемента) проводить с помощью КИМ в двенадцати радиальных сечениях (шесть диаметральных сечениях), приведенных на рисунке 1. За начало отсчета углового положения диаметральных и радиальных сечений принять ось симметрии локального элемента – эквивалента маркировки, расположенного на торцевой наружной поверхности обода.

10.1.3 Диаметры поверхности катания колеса (D_1, D_2, D_3) определить как среднее арифметическое результатов измерений, полученных в каждом диаметральном сечении. При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,01 мм.

Локальный элемент

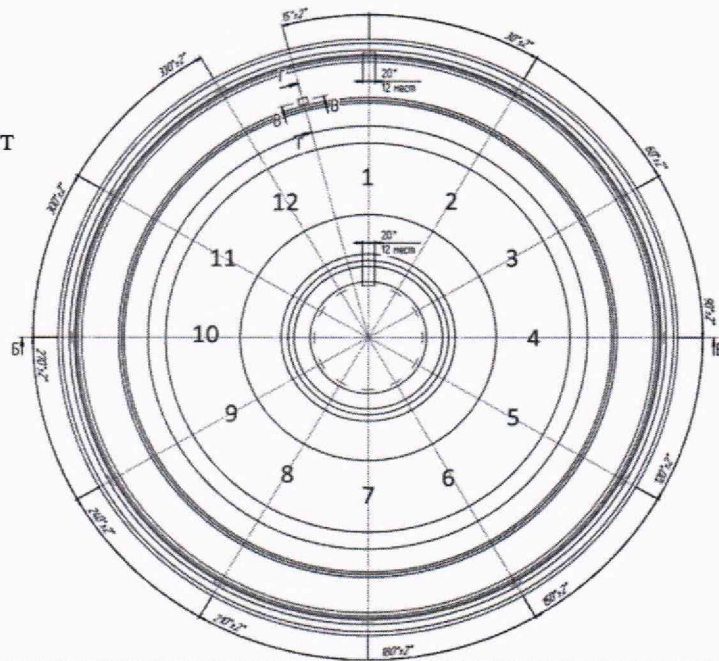


Рисунок 1 - Сечения колеса

10.1.4 Диаметр центрального отверстия объекта контроля (D_8) с наружной стороны определить как среднее арифметическое результатов измерений, полученных в каждом диаметральном сечении. При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,02 мм. Аналогично определить диаметр центрального отверстия объекта контроля (D_8) с внутренней стороны.

10.1.5 Расстояния между точками поверхностей объекта контроля в радиальном направлении (D_4, D_5, D_6, D_7) определить как среднее арифметическое результатов измерений, полученных в каждом диаметральном сечении. При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,02 мм.

10.1.6 Расстояния между точками поверхностей объекта контроля в радиальном направлении (R_1, R_2, R_3) определить как среднее арифметическое результатов измерений, полученных в каждом радиальном сечении. При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,02 мм.

10.1.7 Расстояния между точками поверхностей объекта контроля в осевом направлении (L_1, L_2, L_3) определить как среднее арифметическое результатов измерений, полученных в каждом радиальном сечении. При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,02 мм.

10.1.8 Расстояния между точками поверхностей объекта контроля в осевом направлении (M_1, M_2, M_3) определить как среднее арифметическое результатов измерений, полученных в каждом радиальном сечении. При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,02 мм.

10.1.9 Длины локального элемента в осевом и радиальном направлениях определить как среднее арифметическое результатов измерений (шаг измерений – 0,5 мм). При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,05 мм.

10.1.10 Расстояние между точками локального элемента и поверхностей объекта контроля в радиальном направлении, а именно расстояние от края локального элемента до кромки внутренней поверхности обода, определить как среднее арифметическое результатов измерений (шаг измерений – 0,5 мм). При этом среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений не должно превышать 0,05 мм.

10.2 С помощью поверяемой установки провести измерения геометрических параметров колеса, указанных в п. 10.1, в следующей последовательности:

- включить установку в соответствии с п. 3.1 руководства по эксплуатации;
- механизмом загрузки – выгрузки установить колесо наружной стороной вверх на позицию контроля в соответствии с п. 2.3.7 руководства по эксплуатации;
- включить компьютер, запустить программное обеспечение Геометрикс-КЛ;
- в главном окне программы нажать кнопку «Загрузить»;
- в главном окне программы выбрать тип детали – измеряемое колесо, затем нажать кнопку «Пуск» для запуска цикла измерений (один оборот на 360°);
- сохранить результаты измерений в базу данных, нажав соответствующую кнопку в окне основной программы.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле

$$\Delta x = x_y - x_o \quad (1)$$

где x_y - значение геометрического параметра колеса, измеренное установкой, мм,

x_o - значение геометрического параметра колеса, измеренное КИМ, мм.

11.2 Критерии принятия решения о соответствии установки метрологическим требованиям: метрологические характеристики установки должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	модификация 1	модификация 2
Диапазон измерений диаметра поверхности катания объекта контроля, мм	от 630 до 1250	от 630 до 970
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра поверхности катания объекта контроля, мм	±0,05	
Диапазон измерений диаметра центрального отверстия объекта контроля, мм	от 150 до 270	от 150 до 250
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра центрального отверстия объекта контроля, мм	±0,10	
Диапазон измерений расстояний между точками поверхностей объекта контроля, мм: - в радиальном направлении, - в осевом направлении	от 5 до 1200 от 2 до 230	от 5 до 870 от 2 до 205
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний между точками поверхностей объекта контроля в радиальном и осевом направлениях, мм	±0,10	
Диапазон измерений длины локального элемента*, расположенного на поверхности объекта контроля, мм: - в радиальном направлении, - в осевом направлении	от 5 до 15 от 2 до 10	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в радиальном и осевом направлениях, мм	±0,30	
Диапазон измерений расстояний между точками	от 2 до 15	

Наименование характеристики	Значение	
	модификация 1	модификация 2
локального элемента и поверхностей объекта контроля в радиальном направлении, мм		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний между точками локального элемента и поверхностей объекта контроля в радиальном направлении, мм	±0,30	
* - например, знак маркировки.		

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки установки оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении В.

11.2 Установки, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах поверки по одному из пунктов методики установки не допускаются к применению.

11.3 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления). Нанесение знака поверки на установку не предусмотрено.

Приложение А
(рекомендуемое)
Геометрические параметры колеса цельнокатаного

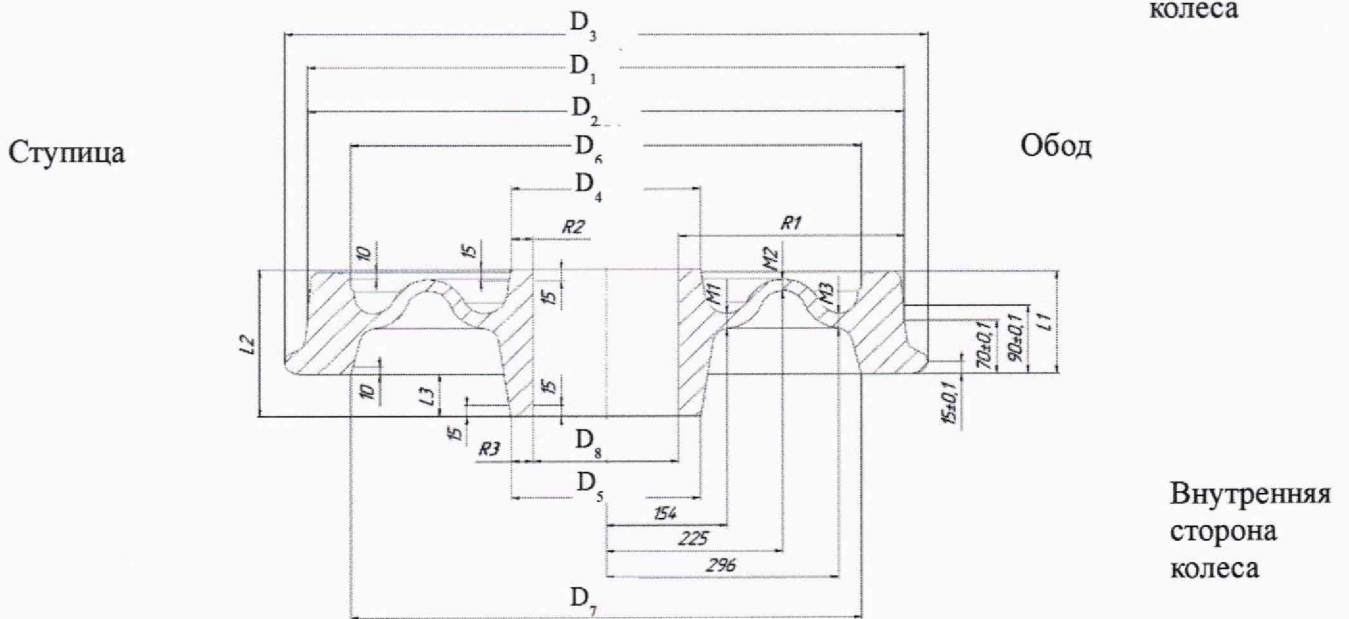


Рисунок А.1 - Измеряемые геометрические параметры колеса номинальными диаметрами поверхности катания 920 и 760 мм (размеры приведены в миллиметрах)

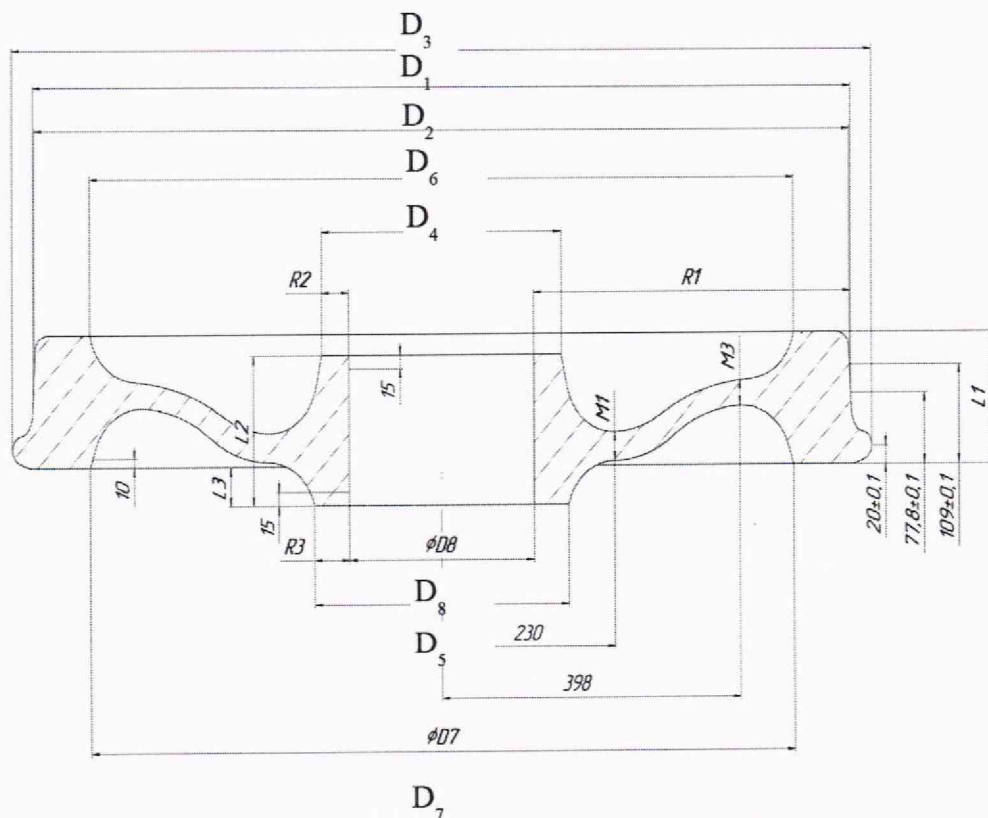
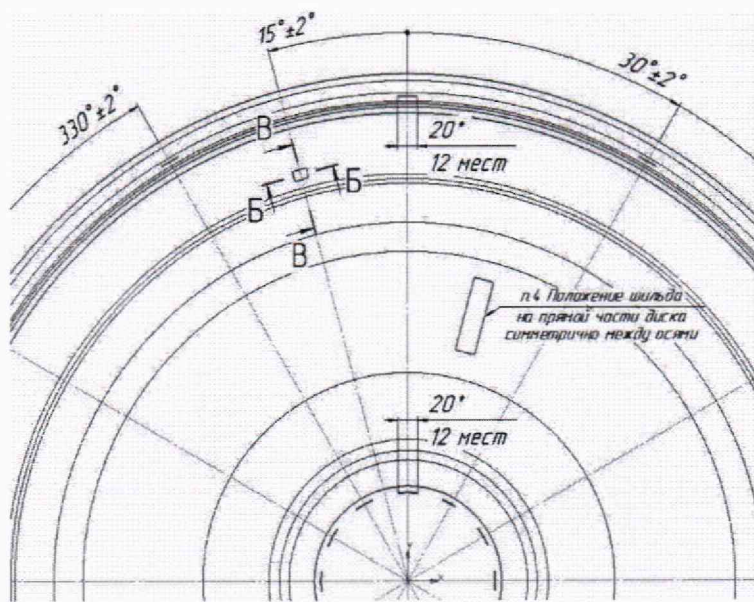


Рисунок А.2 - Измеряемые геометрические параметры колеса номинальными диаметрами поверхности катания 950 и 1092 мм (размеры приведены в миллиметрах)

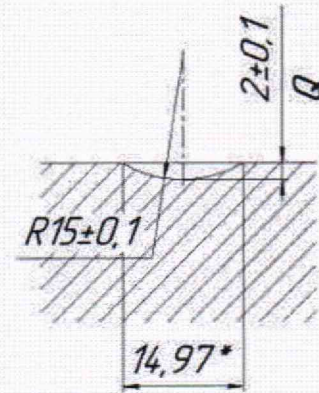
Приложение Б



а

В-В (повернуто)

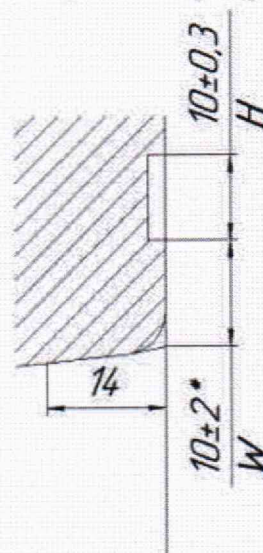
Эквивалент маркировки - канавка
Начало отсчета - ось симметрии канавки



б

Б-Б

*Размер привести в соответствие с расположением основания знаков горячей маркировки на настроечном образце



в

**Приложение В
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки**

Протокол поверки № _____

Наименование средства измерений, тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель (если имеется информация)	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии)	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки: _____.

Условия проведения поверки:

температура окружающего воздуха _____,
относительная влажность окружающего воздуха _____,
атмосферное давление _____.

Методика поверки: МП 2511-0001-2023 «ГСИ. Установки контроля геометрии колес и крупногабаритных тел вращения «ГЕОМЕТРИКС-КЛ». Методика поверки», согласованная ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 14 апреля 2023 г.

Средства поверки

Результаты поверки

- 1 Результат внешнего осмотра _____
- 2 Результат опробования _____
- 3 Проверка программного обеспечения средства измерений _____
- 4 Определение метрологических характеристик средства измерений

Таблица 1 - Определение абсолютной погрешности измерений диаметра поверхности катания объекта контроля

Обозначение диаметра поверхности катания	Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений диаметра поверхности катания объекта контроля, мм
D ₁			
D ₂			
D ₃			

Таблица 2 - Определение абсолютной погрешности измерений диаметра центрального отверстия объекта контроля

Обозначение диаметра центрального отверстия объекта контроля	Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений диаметра центрального отверстия объекта контроля, мм
D ₈ (с внутренней стороны колеса)			
D ₈ (с наружной стороны колеса)			

Таблица 3 - Определение абсолютной погрешности измерений расстояния между точками поверхностей объекта контроля в радиальном направлении

Обозначение расстояния между точками поверхностей объекта контроля в радиальном направлении	Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений расстояния между точками поверхностей объекта контроля в радиальном направлении, мм
D ₄			
D ₅			
D ₆			
D ₇			
R1			
R2			
R3			

Таблица 4 - Определение абсолютной погрешности измерений расстояния между точками поверхностей объекта контроля в осевом направлении

Обозначение осевого расстояния между точками поверхностей объекта контроля в осевом направлении	Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений расстояния между точками поверхностей объекта контроля в осевом направлении, мм
L1			
L2			
L3			
M1			
M2			
M3			

Таблица 5 - Определение абсолютной погрешности измерений длины локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в осевом направлении

Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений длины локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в осевом направлении, мм

Таблица 6 - Определение абсолютной погрешности измерений длины локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в радиальном направлении

Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений длины локального элемента, расположенного на поверхности объекта контроля, в радиальном направлении, мм

Таблица 7 - Определение абсолютной погрешности измерений расстояния между точками локального элемента и поверхностями объекта контроля в радиальном направлении

Значение, измеренное средством поверки, мм	Значение, измеренное установкой, мм	Абсолютная погрешность измерений расстояния между точками локального элемента и поверхностями объекта контроля в радиальном направлении, мм

Заключение: установка контроля геометрии колес и крупногабаритных тел вращения «ГЕОМЕТРИКС-КЛ» соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признана годной (не годной) к применению.

На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ):

Свидетельство о поверке № _____ от _____

Извещение о непригодности № _____ от _____

Поверку выполнил

ФИО

Подпись

Дата