

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «6» апреля 2021 г. № 472

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ
ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И УГЛА НАКЛОНА ЛИНИИ ЗУБА**

1. Область применения

1.1. Настоящая Государственная поверочная схема устанавливает порядок передачи единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба от Государственного первичного специального эталона (далее по тексту – ГПСЭ) единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба (ГЭТ 192-2019) средствам измерений при помощи рабочих эталонов с указанием погрешностей и основных методов передачи в диапазоне измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы от 0 до 50 м и эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба в диапазоне радиусов основной окружности от 5 до 1500 мм и модулей от 0,4 до 15 мм.

1.2. Графическая часть государственной поверочной схемы для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, представлена в Приложении А.

Примечание:

Допускается проводить передачу единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба с использованием эталонов более высокой точности, чем предусмотрено настоящей государственной поверочной схемой.

Допускается поверять средства измерений, тип которых был утвержден до начала введения в действие данной государственной поверочной схемы, с использованием эталонов, установленных при утверждении типа в методике поверки.

2. Государственный первичный специальный эталон

2.1. ГПСЭ предназначен для воспроизведения, хранения единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба и передачи единицы при помощи рабочих эталонов средствам измерений с целью обеспечения единства измерений.

2.2. ГПСЭ состоит из комплекса следующих средств измерений:

а) эталонный комплекс для измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы:

 эталонная установка на базе мультисенсорной координатно-измерительной машины O-Inspect 543;

 эталонная установка на базе координатно-измерительной машины UPMC 850;

 эталонная мобильная интерференционная установка на базе лазерной измерительной системы LaserTRACER-NG;

 эталонная мобильная интерференционная установка на базе лазерной измерительной системы XL-80;

б) эталонный комплекс для измерений геометрических параметров эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба:

 эталонная установка на базе мультисенсорной координатно-измерительной машины O-Inspect 543;

эталонная установка на базе координатно-измерительной машины ZMC 550;

эталонная установка на базе координатно-измерительной машины UPMC 850.

2.3. ГПСЭ обеспечивает воспроизведение единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы в диапазоне от 0 до 50 м с метрологическими характеристиками, указанными в таблице 1, и эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба в диапазоне радиусов основной окружности r_0 от 5 до 500 мм при ширине зубчатого венца от 10 до 500 мм для модулей от 0,4 до 15 мм с метрологическими характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики эталонного комплекса для измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, входящего в состав ГПСЭ

Наименование характеристики	Диапазон, м	Значение, мкм
Среднее квадратическое отклонение результата измерений при 20 независимых измерениях, S	от 0 до 0,25	0,10
	от 0 до 1	0,25
	от 0 до 15	$0,04 \cdot L$
	от 0 до 50	$0,03 \cdot L$
Неисключенная систематическая погрешность, Θ	от 0 до 0,25	$1,6 + 3,8 \cdot L$
	от 0 до 1	$0,8 + 0,6 \cdot L$
	от 0 до 15	$0,15 + 0,2 \cdot L$
	от 0 до 50	$0,02 + 0,5 \cdot L$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу A, u_A	от 0 до 0,25	0,10
	от 0 до 1	0,25
	от 0 до 15	$0,04 \cdot L$
	от 0 до 50	$0,03 \cdot L$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу B, u_B	от 0 до 0,25	$0,85 + 2,0 \cdot L$
	от 0 до 1	$0,3 + 0,47 \cdot L$
	от 0 до 15	$0,1 + 0,1 \cdot L$
	от 0 до 50	$0,01 + 0,2 \cdot L$
Суммарная стандартная неопределенность, u_C	от 0 до 0,25	$0,85 + 2,0 \cdot L$
	от 0 до 1	$0,45 + 0,37 \cdot L$
	от 0 до 15	$0,1 + 0,15 \cdot L$
	от 0 до 50	$0,01 + 0,2 \cdot L$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$, U	от 0 до 0,25	$1,7 + 4,0 \cdot L$
	от 0 до 1	$0,9 + 0,75 \cdot L$
	от 0 до 15	$0,2 + 0,3 \cdot L$
	от 0 до 50	$0,02 + 0,4 \cdot L$

Примечание:

Здесь и далее по тексту: L – измеряемая длина в метрах.

Таблица 2 – Метрологические характеристики эталонного комплекса для измерений геометрических параметров эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, входящего в состав ГПСЭ

Диапазон радиусов основных окружностей, мм	Параметр	Значение, мкм
Среднее квадратическое отклонение результата измерений при 20 независимых измерениях, S		
от 5 до 37	отклонение эвольвентного профиля	0,30
	угол наклона линии зуба	0,30
	шаг	0,30
св. 37 до 250	отклонение эвольвентного профиля	0,20
	угол наклона линии зуба	0,20
	кинематическая погрешность	0,20
св. 250 до 500	отклонение эвольвентного профиля	0,10
	угол наклона линии зуба	0,10
	шаг	0,10
Неисключенная систематическая погрешность, Θ		
от 5 до 37	отклонение эвольвентного профиля	1,8
	угол наклона линии зуба	1,8
	шаг	1,8
св. 37 до 250	отклонение эвольвентного профиля	0,15
	угол наклона линии зуба	0,30
	кинематическая погрешность	0,15
св. 250 до 500	отклонение эвольвентного профиля	1,2
	угол наклона линии зуба	1,2
	шаг	1,2
Стандартная неопределенность, оцененная по типу А, u_A		
от 5 до 37	отклонение эвольвентного профиля	0,30
	угол наклона линии зуба	0,30
	шаг	0,30
св. 37 до 250	отклонение эвольвентного профиля	0,20
	угол наклона линии зуба	0,20
	кинематическая погрешность	0,20
св. 250 до 500	отклонение эвольвентного профиля	0,10
	угол наклона линии зуба	0,10
	шаг	0,10
Стандартная неопределенность, оцененная по типу В, u_B		
от 5 до 37	отклонение эвольвентного профиля	0,90
	угол наклона линии зуба	0,90
	шаг	0,90

Диапазон радиусов основных окружностей, мм	Параметр	Значение, мкм
св. 37 до 250	отклонение эвольвентного профиля	0,15
	угол наклона линии зуба	0,50
	кинематическая погрешность	0,15
св. 250 до 500	отклонение эвольвентного профиля	0,65
	угол наклона линии зуба	0,65
	шаг	0,65
Суммарная стандартная неопределенность, u_c		
от 5 до 37	отклонение эвольвентного профиля	0,95
	угол наклона линии зуба	0,95
	шаг	0,95
св. 37 до 250	отклонение эвольвентного профиля	0,25
	угол наклона линии зуба	0,50
	кинематическая погрешность	0,25
св. 250 до 500	отклонение эвольвентного профиля	0,65
	угол наклона линии зуба	0,65
	шаг	0,65
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$, U		
от 5 до 37	отклонение эвольвентного профиля	1,9
	угол наклона линии зуба	1,9
	шаг	1,9
св. 37 до 250	отклонение эвольвентного профиля	0,5
	угол наклона линии зуба	1,0
	кинематическая погрешность	0,5
св. 250 до 500	отклонение эвольвентного профиля	1,3
	угол наклона линии зуба	1,3
	шаг	1,3

2.4. Для обеспечения воспроизведения и передачи единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения ГПСЭ, утвержденные в установленном порядке.

2.5. ГПСЭ применяют для передачи единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, рабочим эталонам 1-го, 2-го, 3-го разряда и средствам измерений методом непосредственных сличений и методом прямых измерений.

3. Рабочие эталоны

3.1. Рабочие эталоны 1-й части

3.1.1. Рабочие эталоны, заимствованные из других государственных поверочных схем

3.1.1.1. В качестве рабочих эталонов, заимствованных из других поверочных схем, применяют меры длины концевые плоскопараллельные в диапазоне от 0,1 до 1000 мм 2-го, 3-го и 4-го разрядов, измерители линейных перемещений лазерные в диапазоне от 0 до 80000 мм 2-го разряда и приборы для поверки средств измерений наружных и внутренних размеров 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840 и угловые меры с одним и четырьмя рабочими углами 4-го разряда по Приказу Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482 с изменением от 29.04.2019 г. № 1018.

3.1.1.2. Доверительные границы абсолютной погрешности δ (при доверительной вероятности 0,99) рабочих эталонов, заимствованных из других поверочных схем, составляют от $(0,02 + 0,5 \cdot L)$ до $(0,2 + 2 \cdot L)$ мкм и 10".

3.1.1.3. Рабочие эталоны, заимствованные из других поверочных схем, применяют для передачи единицы длины рабочим эталонам 1-го и 2-го разрядов и средствам измерений методом прямых измерений и методом непосредственных сличений.

3.1.2. Рабочие эталоны 1-го разряда

3.1.2.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда применяют приборы для измерений параметров контура поверхности, машины координатно-измерительные стационарные в диапазоне измерений от 0 до 1 м и от 0° до 360° и сферы в диапазоне диаметров от 0,006 до 0,05 м.

3.1.2.2. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ рабочих эталонов 1-го разряда составляют от 0,3 до 1,0 мкм и 20", доверительная граница абсолютной погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов 1-го разряда составляет от 0,5 до 1,0 мкм.

3.1.2.3. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единицы рабочим эталонам 2-го разряда и средствам измерений методом прямых измерений.

3.1.3. Рабочие эталоны 2-го разряда

3.1.3.1. В качестве рабочих эталонов 2-го разряда применяют машины координатно-измерительные стационарные, меры координат (меры, у которых нормируются координаты точек и длина между ними) и меры контура в диапазоне измерений от 0 до 3 м и от 45° до 90°.

3.1.3.2. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ для рабочих эталонов 2-го разряда составляют от 1 до 7 мкм, доверительные границы абсолютной погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов 2-го разряда составляют от 0,8 до 7 мкм и от 40" до 72".

3.1.3.3. Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для передачи единицы рабочим эталонам 3-го разряда и средствам измерений методом прямых измерений.

3.1.4. Рабочие эталоны 3-го разряда

3.1.4.1. В качестве рабочих эталонов 3-го разряда применяют меры координат в диапазоне от 0,004 до 3 м.

3.1.4.2. Доверительные границы абсолютной погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов 3-го разряда составляют от 2 до 50 мкм.

3.1.4.3. Рабочие эталоны 3-го разряда применяют для передачи единицы средствам измерений методом прямых измерений.

3.2. Рабочие эталоны 2-й части

3.2.1. В качестве рабочих эталонов применяются меры геометрических параметров эвольвентных поверхностей, шага и угла наклона линии зуба в диапазоне радиусов основных окружностей r_0 от 5 до 500 мм, модулей от 0,4 до 15 мм и угла наклона линии зуба от 0° до 35° .

3.2.2. Доверительные границы абсолютной погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов составляют от 0,8 до 3,5 мкм.

3.2.3. Рабочие эталоны применяют для передачи единицы средствам измерений методом прямых измерений.

4. Средства измерений

4.1. Средства измерений 1-й части

4.1.1. В качестве средств измерений применяют приборы для измерений координат точек поверхностей сложной формы в диапазоне измерений от 0 до 5 м на объектах сложной формы размером до 50 м, системы томографические в диапазоне измерений от 0,004 до 0,5 м, приборы для измерений параметров контура поверхности в диапазоне от 0 до 0,3 м и от 0° до 360° , машины координатно-измерительные портативные в диапазоне измерений от 0 до 10 м, системы оптические для измерений координат и отклонений формы (системы фотограмметрические и сканеры) в диапазоне измерений от 0 до 5 м, машины координатно-измерительные стационарные в диапазоне измерений от 0 до 50 м.

4.1.2. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ для средств измерений составляют от 0,5 до 300 мкм и от $80''$ до $144''$.

4.2. Средства измерений 2-й части

4.2.1. В качестве средств измерений применяют приборы для измерений геометрических параметров эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба (машины зубоизмерительные, приборы

зубоизмерительные и системы зубоизмерительные) в диапазоне радиусов основной окружности r_0 от 5 до 1500 мм и модулей от 0,4 до 15 мм.

4.2.2. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ для средств измерений составляют от 1,5 до 15 мкм.

5. Нормативные ссылки

ГОСТ 1643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски.

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 29.12.2018 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 26.11.2018 г. № 2482 с изменением от 29.04.2019 № 1018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла».