

ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»

ФГБУ «ВНИИМС»

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по производственной
метрологии ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«8» декабря 2023 г

М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений

Машины координатно-измерительные портальные m.era

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-21-2023

г. Москва, 2023

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на машины координатно-измерительные порталные m.era (далее – КИМ), изготовленные ООО «Измерительные решения», г. Москва и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 Машины координатно-измерительные порталные m.era не относятся к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

1.2. КИМ до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3. Первичной поверке подвергается каждый экземпляр КИМ.

1.4. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр КИМ, находящийся в эксплуатации, через межповерочные интервалы, а также КИМ, повторно вводимые в эксплуатацию после их длительного хранения (более одного межповерочного интервала).

1.5. Поверка КИМ в сокращенном объеме не предусмотрена.

1.6 Настоящая методика поверки применяется для поверки КИМ, используемых в качестве средств измерений, 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 апреля 2021г. № 472;

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования к средствам измерений

П. 10.1 Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _Е						
Наименование КИМ	Типоразмер машины	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _Е , мкм				
		Изм. головки PH20 (только для TP20), PH6, PH6M, PH10/PH10 Plus (модификации M/MQ/T/iQ), система датчика SP80			Изм. головка REVO / REVO-2	
		PH20 / TP20	TP200	SP25M / SP80	RSP2	RSP3
ALMAZ	564	±(2,3+L/250)	±(2,1+L/250)	±(1,8+L/250)	—	—
	686	±(2,6+L/250)	±(2,4+L/250)	±(2,1+L/250)		
	8106	±(2,7+L/250)	±(2,5+L/250)	±(2,2+L/250)		
	8126					
	8156					
ALMAZ+	564	±(1,9+L/330)	±(1,7+L/330)	±(1,5+L/330)	—	—
	686	±(2,0+L/330)	±(1,8+L/330)	±(1,6+L/330)		
	8106	±(2,1+L/330)	±(1,9+L/330)	±(1,7+L/330)		
	8126					
	8156					

ONYX	564	$\pm(2,3+L/300)$	$\pm(2,1+L/300)$	$\pm(1,6+L/300)$	—	—
	686	$\pm(2,4+L/300)$	$\pm(2,2+L/300)$	$\pm(1,7+L/300)$		
	7106	$\pm(2,5+L/300)$	$\pm(2,3+L/300)$	$\pm(1,8+L/300)$	$\pm(1,8+L/300)$	$\pm(1,8+L/300)$
	8126					
	8157					
	9106	$\pm(2,6+L/300)$	$\pm(2,4+L/300)$	$\pm(2,1+L/300)$	$\pm(2,1+L/300)$	$\pm(2,1+L/300)$
	9128	$\pm(2,7+L/300)$	$\pm(2,5+L/300)$	$\pm(2,2+L/300)$	$\pm(2,2+L/300)$	$\pm(2,2+L/300)$
	9158	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,6+L/300)$	$\pm(2,3+L/300)$	$\pm(2,3+L/300)$	$\pm(2,3+L/300)$
	9208	$\pm(2,9+L/300)$	$\pm(2,7+L/300)$	$\pm(2,4+L/300)$	$\pm(2,4+L/300)$	$\pm(2,4+L/300)$
	10128	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(2,9+L/300)$	$\pm(2,6+L/300)$	$\pm(2,6+L/300)$	$\pm(2,6+L/300)$
	10158	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,0+L/300)$	$\pm(2,7+L/300)$	$\pm(2,7+L/300)$	$\pm(2,7+L/300)$
	10208	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$
	121510	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$
	122010	$\pm(3,5+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(3,0+L/300)$	$\pm(3,0+L/300)$	$\pm(3,0+L/300)$
	123010	$\pm(3,6+L/300)$	$\pm(3,4+L/300)$	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(3,1+L/300)$
	152210	$\pm(3,7+L/300)$	$\pm(3,5+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$
	152510	$\pm(3,7+L/300)$	$\pm(3,5+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$
	153012	$\pm(3,8+L/300)$	$\pm(3,6+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$
	153512	$\pm(3,9+L/300)$	$\pm(3,7+L/300)$	$\pm(3,4+L/300)$	$\pm(3,4+L/300)$	$\pm(3,4+L/300)$
	163512	$\pm(4,1+L/300)$	$\pm(3,9+L/300)$	$\pm(3,6+L/300)$	$\pm(3,6+L/300)$	$\pm(3,6+L/300)$
203015	$\pm(4,3+L/300)$	$\pm(4,1+L/300)$	$\pm(3,8+L/300)$	$\pm(3,8+L/300)$	$\pm(3,8+L/300)$	
ONYX+	564	—	$\pm(1,7+L/330)$	$\pm(1,4+L/350)$	—	—
	686		$\pm(1,8+L/330)$	$\pm(1,5+L/350)$		
	7106			$\pm(1,6+L/350)$	$\pm(1,8+L/300)$	$\pm(1,8+L/300)$
	8126					
	8157		$\pm(1,9+L/330)$	$\pm(1,6+L/330)$	$\pm(2,1+L/300)$	$\pm(2,1+L/300)$
	9106			$\pm(1,9+L/330)$	$\pm(1,7+L/330)$	$\pm(2,2+L/300)$
	9128		$\pm(2,0+L/330)$	$\pm(1,8+L/330)$	$\pm(2,3+L/300)$	$\pm(2,3+L/300)$
	9158		$\pm(2,3+L/330)$	$\pm(1,9+L/330)$	$\pm(2,4+L/300)$	$\pm(2,4+L/300)$
	9208		$\pm(2,5+L/330)$	$\pm(2,1+L/330)$	$\pm(2,6+L/300)$	$\pm(2,6+L/300)$
	10128		$\pm(2,6+L/330)$	$\pm(2,2+L/330)$	$\pm(2,7+L/300)$	$\pm(2,7+L/300)$
	10158		$\pm(2,7+L/330)$	$\pm(2,3+L/330)$	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$
	10208		$\pm(2,9+L/330)$	$\pm(2,5+L/330)$	$\pm(2,8+L/300)$	$\pm(2,8+L/300)$
	121510		$\pm(3,0+L/330)$	$\pm(2,6+L/330)$	$\pm(3,0+L/300)$	$\pm(3,0+L/300)$
	122010		$\pm(3,1+L/330)$	$\pm(2,7+L/330)$	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(3,1+L/300)$
	123010		$\pm(3,2+L/330)$	$\pm(2,8+L/330)$	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$
	152210		$\pm(3,2+L/330)$	$\pm(2,8+L/330)$	$\pm(3,2+L/300)$	$\pm(3,2+L/300)$
	152510		$\pm(3,3+L/330)$	$\pm(2,9+L/330)$	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$
	153012		$\pm(3,4+L/330)$	$\pm(3,0+L/330)$	$\pm(3,4+L/300)$	$\pm(3,4+L/300)$
	153512		$\pm(3,6+L/330)$	$\pm(3,2+L/330)$	$\pm(3,6+L/300)$	$\pm(3,6+L/300)$
	203015		$\pm(3,8+L/330)$	$\pm(3,4+L/330)$	$\pm(3,8+L/300)$	$\pm(3,8+L/300)$
RUBIN	776	$\pm(1,7+0,9L/300)$	$\pm(1,5+0,9L/300)$	$\pm(1,2+0,9L/300)$	$\pm(1,5+0,9L/300)$	$\pm(1,5+0,9L/300)$
	7106	$\pm(1,7+0,9L/300)$	$\pm(1,5+0,9L/300)$	$\pm(1,2+0,9L/300)$		
	9128	$\pm(2,0+0,9L/300)$	$\pm(1,8+0,9L/300)$	$\pm(1,5+0,9L/300)$	$\pm(1,8+0,9L/300)$	$\pm(1,8+0,9L/300)$
	9158	$\pm(2,2+0,9L/300)$	$\pm(2,0+0,9L/300)$	$\pm(1,7+0,9L/300)$	$\pm(2,0+0,9L/300)$	$\pm(2,0+0,9L/300)$
	121510	$\pm(2,7+0,9L/300)$	$\pm(2,5+0,9L/300)$	$\pm(2,2+0,9L/300)$	$\pm(2,5+0,9L/300)$	$\pm(2,5+0,9L/300)$
	122010	$\pm(2,9+0,9L/300)$	$\pm(2,7+0,9L/300)$	$\pm(2,4+0,9L/300)$	$\pm(2,7+0,9L/300)$	$\pm(2,7+0,9L/300)$
	123010	$\pm(2,9+0,9L/300)$	$\pm(2,7+0,9L/300)$	$\pm(2,6+0,9L/300)$	$\pm(2,7+0,9L/300)$	$\pm(2,7+0,9L/300)$
	152010	$\pm(3,1+0,9L/300)$	$\pm(2,9+0,9L/300)$	$\pm(2,6+0,9L/300)$	$\pm(2,9+0,9L/300)$	$\pm(2,9+0,9L/300)$
	152112	$\pm(3,3+0,9L/300)$	$\pm(3,1+0,9L/300)$	$\pm(2,8+0,9L/300)$	$\pm(3,1+0,9L/300)$	$\pm(3,1+0,9L/300)$
	153012	$\pm(3,6+0,9L/300)$	$\pm(3,4+0,9L/300)$	$\pm(3,2+0,9L/300)$	$\pm(3,4+0,9L/300)$	$\pm(3,4+0,9L/300)$
SAPFIR	686	$\pm(2,1+L/300)$	$\pm(1,9+L/300)$	$\pm(1,5+L/300)$	—	—
	8127	$\pm(2,3+L/300)$	$\pm(2,1+L/300)$	$\pm(1,7+L/300)$		
	8157					
	8227					
	10128					
	10158					
	10228					
	10258					
	10308	$\pm(3,1+L/300)$	$\pm(2,9+L/300)$	$\pm(2,5+L/300)$		
	121510					
	122210					
	122510					
	123010	$\pm(3,5+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$	$\pm(2,9+L/300)$		
	152210					
152510						
153010						

SAPFIR	182210	$\pm(3,9+L/300)$	$\pm(3,7+L/300)$	$\pm(3,3+L/300)$		
	182510					
	183010					
	183510					
	184010					
SAPFIR+	686	$\pm(1,8+L/350)$	$\pm(1,6+L/350)$	$\pm(1,2+L/350)$	—	—
	8127	$\pm(2,0+L/350)$	$\pm(1,8+L/350)$	$\pm(1,4+L/350)$		
	8157					
	8227					
	10128					
	10158					
	10228					
	10258					
	10308					
	121510	$\pm(2,7+L/350)$	$\pm(2,5+L/350)$	$\pm(2,1+L/350)$		
	122210					
	122510					
	123010					
	152210	$\pm(3,1+L/350)$	$\pm(2,9+L/350)$	$\pm(2,5+L/350)$		
	152510					
	153010					
	182210	$\pm(3,5+L/350)$	$\pm(3,3+L/350)$	$\pm(2,9+L/350)$		
	182510					
	183010					
	183510					
	184010					

Примечание: L – измеряемая длина в миллиметрах.

П.10.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ_р

Наименование КИМ	Типораз- мер маши- ны	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _р , мкм				
		Изм. головки РН20 (только для TP20), РН6, РН6М, РН10/РН10 Plus (модификации М/МQ/Т/иQ), система дат- чика SP80			Изм. головка REVO / REVO-2	
		PH20 / TP20	TP200	SP25M / SP80	RSP2	RSP3
ALMAZ	564	±2,4	±2,2	±1,8	—	—
	686	±2,7	±2,5	±2,1		
	8106	±2,8	±2,6	±2,2		
	8126					
	8156					
ALMAZ+	564	±2,1	±1,9	±1,5	—	—
	686	±2,2	±2,0	±1,6		
	8106	±2,3	±2,1	±1,7		
	8126					
	8156					
ONYX	564	±2,3	±2,1	±1,6	—	—
	686	±2,4	±2,2	±1,7		
	7106	±2,5	±2,3	±1,8	±1,8	±1,8
	8126					
	8157					
	9106	±2,6	±2,4	±2,1	±2,1	±2,1
	9128	±2,7	±2,5	±2,2	±2,2	±2,2
	9158	±2,8	±2,6	±2,3	±2,3	±2,3
	9208	±2,9	±2,7	±2,4	±2,4	±2,4
	10128	±3,1	±2,9	±2,6	±2,6	±2,6
	10158	±3,2	±3,0	±2,7	±2,7	±2,7
	10208	±3,3	±3,1	±2,8	±2,8	±2,8
	121510	±3,3	±3,1	±2,8	±2,8	±2,8
	122010	±3,5	±3,3	±3,0	±3,0	±3,0
	123010	±3,6	±3,4	±3,1	±3,1	±3,1
	152210	±3,7	±3,5	±3,2	±3,2	±3,2
	152510	±3,7	±3,5	±3,2	±3,2	±3,2
	153012	±3,8	±3,6	±3,3	±3,3	±3,3
	153512	±3,9	±3,7	±3,4	±3,4	±3,4
	163512	±4,1	±3,9	±3,6	±3,6	±3,6
	203015	±4,3	±4,1	±3,8	±3,8	±3,8

ONYX+	564	—	±1,9	±1,4	—	—
	686		±2,0	±1,5		
	7106			±1,6	±1,8	±1,8
	8126					
	8157		±2,1	±1,7	±2,1	±2,1
	9106					
	9128		±2,1	±1,7	±2,2	±2,2
	9158		±2,2	±1,8	±2,3	±2,3
	9208		±2,5	±1,9	±2,4	±2,4
	10128		±2,7	±2,1	±2,6	±2,6
	10158		±2,8	±2,2	±2,7	±2,7
	10208		±3,1	±2,5	±2,8	±2,8
	121510		±3,1	±2,5	±2,8	±2,8
	122010		±3,2	±2,6	±3,0	±3,0
	123010		±3,3	±2,7	±3,1	±3,1
	152210		±3,4	±2,8	±3,2	±3,2
	152510		±3,4	±2,8	±3,2	±3,2
	153012		±3,5	±2,9	±3,3	±3,3
	153512		±3,6	±3,0	±3,4	±3,4
	163512		±3,8	±3,2	±3,6	±3,6
	203015		±4,0	±3,4	±3,8	±3,8
RUBIN	776	±1,7	±1,5	±1,2	±1,5	±1,5
	7106	±1,7	±1,5	±1,2	±1,5	±1,5
	9128	±2,0	±1,8	±1,5	±1,8	±1,8
	9158	±2,2	±2,0	±1,7	±2,0	±2,0
	121510	±2,7	±2,5	±2,2	±2,5	±2,5
	122010	±2,9	±2,7	±2,4	±2,7	±2,7
	123010	±3,0	±2,8	±2,5	±2,8	±2,8
	152010	±3,1	±2,9	±2,6	±2,9	±2,9
	152112	±3,3	±3,1	±2,8	±3,1	±3,1
153012	±3,8	±3,5	±3,2	±3,5	±3,5	
SAPFIR	686	±2,4	±2,1	±1,5	—	—
	8127	±2,6	±2,3	±1,7		
	8157					
	8227					
	10128	±3,0	±2,7	±2,1		
	10158					
	10228					
	10258					
	10308					
	121510	±3,4	±3,1	±2,5		
	122210					
	122510					
	123010					
	152210	±3,8	±3,5	±2,9		
	152510					
	153010					
	182210	±4,2	±3,9	±3,3		
	182510					
183010						
183510						
184010						
SAPFIR+	686	±2,0	±1,8	±1,2	—	—
	8127	±2,2	±2,0	±1,4		
	8157					
	8227					
	10128	±2,5	±2,3	±1,7		
	10158					
	10228					
	10258					
	10308					
	121510	±2,9	±2,7	±2,1		
	122210					
	122510					
	123010					
	152210	±3,3	±3,1	±2,5		
	152510					
153010						

SAPFIR+	182210	±3,7	±3,5	±2,9		
	182510					
	183010					
	183510					
	184010					

П.10.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР}							
Наименование КИМ	Типоразмер машины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР} , мкм					
		РН6, РН6М, РН10/РН10 Plus (модификации М/МQ/иQ), SP80		Изм. головка REVO / REVO-2			
		SP25M / SP80	Время, сек	RSP2	Время, сек	RSP3	Время, сек
ALMAZ	564	±3,0	72	—	—	—	—
	686	±3,2					
	8106	±3,3					
	8126						
	8156						
ALMAZ+	564	±2,6	72	—	—	—	—
	686	±2,7					
	8106	±2,8					
	8126						
	8156						
ONYX	564	±3,0	60	—	—	—	—
	686	±3,1		±4,0	20	±4,0	20
	7106						
	8126						
	8157						
	9106	±3,3		±4,5	20	±4,5	20
	9128	±3,3					
	9158	±3,4					
	9208	±3,5					
	10128	±3,6					
	10158	±3,7					
	10208	±3,8					
	121510	±3,8					
	122010	±3,8					
	123010	±3,9					
	152210	±4,0					
	152510	±4,0					
	153012	±4,1					
	153512	±4,2					
	163512	±4,4					
203015	±4,6						
ONYX+	564	±2,6	60	—	—	—	—
	686	±2,7		±4,0	20	±4,0	20
	7106						
	8126						
	8157						
	9106	±2,8		±4,5	20	±4,5	20
	9128	±2,8					
	9158	±2,9					
	9208	±3,1					
	10128	±3,2					
	10158	±3,3					
	10208	±3,6					
	121510	±3,6					
	122010	±3,6					
	123010	±3,7					
	152210	±3,9					
	152510	±3,9					
	153012	±4,0					
	153512	±4,1					
	163512	±4,3					
203015	±4,5						
RUBIN	776	±1,8	60	±1,8	60	±1,8	60
	7106	±1,8		±1,8			
	9128	±2,0		±2,0			
	9158	±2,3		±2,3			
	121510	±3,0		±3,0			
	122010	±3,3		±3,3			

	123010	±4,3		±4,3		±4,3	
	152010	±3,5		±3,5		±3,5	
	152112	±3,8		±3,8		±3,8	
	153012	±4,1		±4,1		±4,1	
SAPFIR	686	±2,6	72	—	—	—	—
	8127	±2,8					
	8157						
	8227						
	10128	±3,2					
	10158						
	10228						
	10258						
	10308	±3,6					
	121510						
	122210						
	122510						
	123010	±4,0					
	152210						
	152510						
	153010	±4,4					
	182210						
	182510						
183010							
183510							
184010							
SAPFIR+	686	±2,3	72	—	—	—	—
	8127	±2,5					
	8157						
	8227						
	10128	±2,8					
	10158						
	10228						
	10258						
	10308	±3,2					
	121510						
	122210						
	122510						
	123010	±3,6					
	152210						
	152510						
	153010	±4,0					
	182210						
	182510						
183010							
183510							
184010							

1.7 Обеспечение прослеживаемости поверяемой КИМ к государственному первичному эталону ГЭТ 192-2019 осуществляется через концевые меры длины 3-го разряда методом прямых измерений согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 472 от 06 апреля 2021 г.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8.	Да	Да
Идентификация программного обеспечения машин	9.	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10		
Определение допускаемой абсолютной объемной погрешности	10.1	Да	Да
Определение абсолютной объемной погрешности измерительной головки	10.2	Да	Да
Определение допускаемой абсолютной погрешности сканирования	10.3	Да	Да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10.4	Да	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки температура воздуха в помещении должна быть в пределах $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$

3.2. Относительная влажность воздуха должна быть в пределах от 40 до 60 %.

3.3. КИМ и средства поверки должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах), не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя, изучившие порядок работы со средством измерений, а также знающие требования настоящей методики и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2. Для проведения поверки КИМ достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Таблица 3 – Средства поверки

Номер п. методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 30 °С, абсолютная погрешность не более 1°С	Термогигрометр ИВА-6Н, модификации ИВА-6НР, рег. № 13561-01
П. 10.1	Меры длины концевые плоскопараллельные номиналом от 10 до 1000 мм, 3 разряда 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 Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 г.	Меры длины концевые плоскопараллельные серии 611 номиналом от 10 до 1000 мм, 3 разряд, Рег. № 32668-14
П. 10.2	Сфера, рабочий эталон 1-го разряда, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. № 472.	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm: сфера без покрытия, Рег. № 64593-16, приспособление для крепления сферы.
П. 10.3	Сфера, рабочий эталон 1-го разряда, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. № 472.; Секундомер электронный или механический.	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm: сфера без покрытия, Рег. № 64593-16, приспособление для крепления сферы. Секундомер механический (рег. № 44154-10)
<i>Примечание:</i> - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки КИМ должны соблюдаться следующие требования безопасности, а также изложенные в документации на поверяемые КИМ.

- электронная аппаратура КИМ и поверочного оборудования должны быть заземлены, во время работы кожухи электронной аппаратуры должны быть закрыты.
- до включения в сеть электронной аппаратуры должны быть подключены необходимые электрические кабели. Запрещается во время работы отсоединять их, а также производить замену предохранителей.
- установленные предохранители должны соответствовать маркировке на панелях.
- запрещается вскрывать и переставлять составные части КИМ и поверочного оборудования при включенных в сеть кабелях питания.
- при подготовке к проведению поверки должны быть соблюдены требования пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями, к которым относится бензин, используемый для промывки;

- бензин хранят в металлической посуде, плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки;
- промывку проводят в резиновых технических перчатках типа II по ГОСТ 20010-93.

7. Внешний осмотр

7.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого СИ утвержденному типу, а также требованиям паспорта в части комплектности, а именно:

- наружные поверхности КИМ не должны иметь дефектов, влияющих на ее эксплуатационные характеристики;
- на рабочих поверхностях КИМ не должно быть царапин, забоин и других дефектов, влияющих на плавность перемещений подвижных узлов КИМ;
- наконечники щупов не должны иметь сколов, царапин и других дефектов;
- маркировка и комплектность должны соответствовать требованиям технической документации.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1. КИМ подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации,

- измерительные поверхности эталонных средств измерений: измерительных щупов, концевых мер длины, калибровочной сферы, типовой детали очищают от смазки, промывают авиационным бензином марки Б-70 по ГОСТ 1012-72 и спиртом ректификатом по ГОСТ 18300-72 и протирают чистой салфеткой,
- эталонные средства выдерживают до начала измерений в помещении, где проводят поверку КИМ, в рабочем положении в течение 12-24 часов.

8.2. Процедура опробования состоит в следующем:

- проверить взаимодействие частей на холостом ходу перемещением подвижных узлов на полные диапазоны. Перемещения должны быть плавными, без рывков и скачков.
- провести ручную однократное измерение типовой детали или концевой меры длины с использованием всех функциональных узлов и программного обеспечения КИМ. Затем то же самое выполнить в автоматическом режиме.

9. Идентификация программного обеспечения

Идентификацию ПО машин координатных измерительных проводят по следующей методике:

- произвести запуск ПО;
- проверить наименование программного обеспечения и его версию.

КИМ считается прошедшей поверку в части программного обеспечения, если ПО и его версия соответствует данным приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
	Rational DMIS	Visual DMIS	Power DMIS	PC-DMIS	MODUS
Идентификационное наименование ПО					
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v.2022.1.8 и выше	v.7.5 и выше	v.1.17 и выше	v.2010 и выше	v.1.X и выше
Цифровой идентификатор ПО	—	—	—	—	—

10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. Определение абсолютной погрешности объемных измерений.

При поверке используют меры длины концевые плоскопараллельные 3-го разряда 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 Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 г., с номиналом от 10 до 1000 мм в соответствии с диапазоном измерений поверяемой модификации.

Концевые меры устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений. При установке мер необходимо применять теплоизолирующие перчатки. Обязательно осуществляется компенсация погрешностей, связанных с отклонениями параметров окружающей среды, отличающихся от нормальных.

Производится сбор точек с измерительных поверхностей пяти концевых мер и определяется их длина. Измерения проводят в семи различных положениях (рис. 1), каждое измерение повторяется 3 раза – общее число измерений составляет не менее 105.

Для диапазона свыше 1200 мм рекомендуется проводить измерения вдоль осей в нескольких местах, равномерно расположенных по длине оси, а для пространственных диагоналей рекомендуется проводить измерения впереди и сзади рабочего объема КИМ справа и слева в четырех угловых положениях.

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

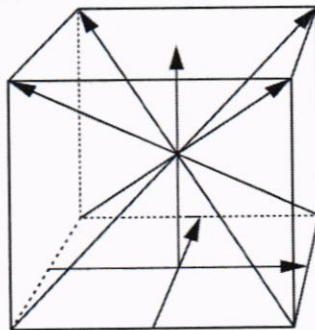


Рисунок 1 - Типичные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

Для меры номер j определяется действительное значение длины измеряемой меры, $L_{Дjk}$ по формуле:

$$L_{Дjk} = L_{0j} (1 + K_t (t_{Дjk} - t_0)), \text{ где}$$

L_{0j} – номинальная длина меры при температуре $t_0 = 20,5^\circ\text{C}$

$t_{Дjk}$ – температура меры при проведении измерения номер i меры j в положении k ,

t_0 – температура, при которой аттестована КМД,

K_t – интегральный коэффициент теплового расширения КМД.

Далее для каждого измеренного отрезка j в положении k вычисляется погрешность измерения длины, ΔL_{jk} , по формуле:

$$\Delta L_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{jki} - L_{Дjk})}{n} \text{ мм, где,}$$

L_{jk} – погрешность измерения меры номер j в положении k ,

L_{jki} – измеренная на КИМ длина меры номер j в мм,

$L_{Дjk}$ – действительная длина меры номер j с учетом температурной погрешности,

i – номер измерения,

j – номер меры,

n – число измерений в положении k ,
 k – номер положения.

По результатам измерений с использованием мер для наглядности можно построить график пространственной погрешности измерений ΔL_{jk} :

по оси абсцисс откладывается значение L_{0j} в мм, по оси ординат – погрешность ΔL_{jk} .

Строятся графики пространственной погрешности измерений КИМ, представляющие собой прямые линии, построенные по формуле:

$$\Delta L = \left(A + \frac{L}{B} \right), \text{ мкм, где}$$

A и B – заявленные значения постоянной и переменной части составляющих пространственной погрешности измерений для каждого типоразмера машины;

L – измеряемая длина, мм

Значения абсолютной погрешности объемных измерений не должны превышать для всех модификаций КИМ m .ега значений, приведенных в таблице 1, п. 10.1.

10.2. Определение абсолютной погрешности измерительной головки

Сферу установить на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Для измерений использовать самый жесткий щуп. Произвести измерения поверхности сферы в 25 дискретных точках равномерно размещенных на полусфере испытуемой сферы.

Рекомендуемая модель измерений включает:

- одну точку на вершине испытуемой сферы;
- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на $22,5^\circ$ ниже вершины (рис. 2);
- восемь точек равномерно распределенных на окружности, расположенной на 45° ниже вершины и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предыдущей группы;
- четыре точки равномерно распределенных на окружности, расположенной на $67,5^\circ$ ниже вершины и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы.
- восемь точек равномерно распределенных на окружности, расположенной на 90° ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на $22,5^\circ$

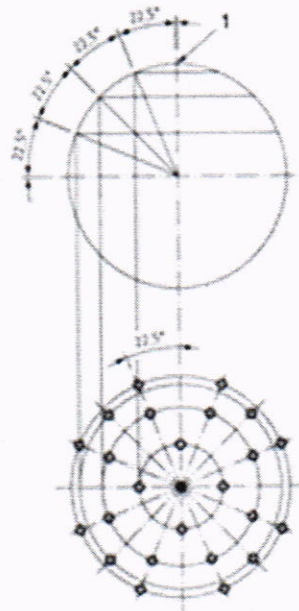


Рисунок 2 – Распределение точек на сфере для определения погрешности измерительной головки

Погрешность измерительной головки МРЕ_Р, определяют как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов

$$\text{МРЕ}_Р = \max_i (D_{i+}) + \max (D_{i-}), \text{ мм},$$

где:

D_{i+} - отклонение точки i от средней сферы в положительную область,

D_{i-} - отклонение точки i от средней сферы в отрицательную область.

Погрешность измерительной головки МРЕ_Р не должна превышать значения, указанного в таблице 1 п. 10.2.

10.3. Определение абсолютной погрешности сканирования T_{ij} / t_{ij} с измерительной головкой за определенное время сканирования.

Сферу установить на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Для измерений использовать самый жесткий щуп. Рекомендуется выбрать положение щупа относительно оси пиноли под углом α , приблизительно равным 45° . Произвести три цикла измерений (в режиме непрерывного сканирования). В каждом цикле измеряются 4 траектории сканирования поверхности сферы, указанные на рисунке.

Модель измерений включает:

- траектория сканирования А расположена на экваторе сферы
- траектория сканирования В расположена на расстоянии 8 мм от траектории А
- траектория сканирования С расположена на полярной оси сферы
- траектория сканирования D расположена на расстоянии 8 мм от полярной оси
- траектории В, С и D взаимно перпендикулярны

Каждый цикл сканирования начинается с установки щупа в промежуточную точку, расположенную на расстоянии 10 мм от испытуемой сферы. Из этой точки щуп по нормали подводится к ее поверхности. Каждый цикл сканирования завершается отводом щупа в промежуточную точку, расположенную на расстоянии не менее 10 мм от испытуемой сферы.

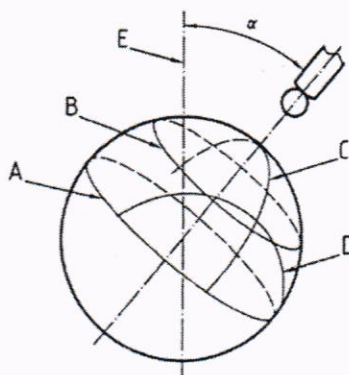


Рисунок 3 - Траектории сканирования на сфере для определения погрешности сканирования T_{ij}

Погрешность сканирования МРЕ_{ТНР} определяют как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов

$$\text{МРЕ}_{\text{ТНР}} = \max_i (D_{i+}) + \max (D_{i-}), \text{ мм},$$

где:

D_{i+} - отклонение точки i от средней сферы в положительную область,

D_{i-} - отклонение точки i от средней сферы в отрицательную область.

С помощью секундомера необходимо засечь время сканирования всех 4-х траекторий для каждого цикла с момента первого касания щупа к сфере.

Погрешность сканирования MPE_{THP} не должна превышать значений, указанных в таблице 1 п. 10.3

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

КИМ считается прошедшей поверку, если по пунктам 7- 9 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты поверки по пунктам 10.1 -10.3 находятся в пределах допустимых значений.

В случае подтверждения соответствия КИМ метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и СИ признают пригодным к применению.

В случае если соответствие КИМ метрологическим требованиям не подтверждено, результаты поверки считаются отрицательными и СИ признают непригодным к применению.

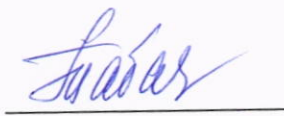
11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по каждой операции.

11.2. При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, выдается свидетельство о поверке, в соответствии с действующим законодательством. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.

11.3. При отрицательных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин, в соответствии с действующим законодательством.

Заместитель начальника отдела 203
Испытательного центра
ФГБУ «ВНИИМС»



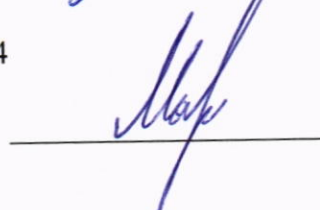
Н.А. Табачникова

Начальник лаборатории 203/4
ФГБУ «ВНИИМС»



Н.А. Зуйкова

Инженер 1-категории лаборатории 203/4
Испытательного центра
ФГБУ «ВНИИМС»



К.И. Маликов