

УТВЕРЖДАЮ

АО «НИИФИ»

Руководитель ЦИ СИ



М.Е.Горшенин

11 2016 г.

**ДАТЧИКИ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

**АЖ2.787.002**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**АЖ2.787.002 МП**

**СОДЕРЖАНИЕ**

Вводная часть.....	3
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки.....	3
3 Требования безопасности.....	4
4 Условия поверки.....	4
5 Подготовка к поверке.....	4
6 Проведение поверки.....	4
7 Оформление результатов поверки.....	9

## Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на датчики угловых перемещений АЖ2.787.002, предназначенные для измерения угловых перемещений и преобразования в аналоговый выходной сигнал (электрическое сопротивление).

Межповерочный интервал – 2 года.

### 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Проверка внешнего вида, определение габаритных размеров, определение массы датчиков	6.1	да	да
2 Контроль номинального значения сопротивления каждого измерительного плеча при значении углового перемещения 0°	6.2	да	да
3 Контроль отклонения оси чувствительности от базовой плоскости	6.3	да	да
4 Контроль допускаемой абсолютной погрешности измерения угловых перемещений	6.4	да	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

### 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Основные метрологические характеристики	Номер в Госреестре
1 Головка делительная оптическая ОДГЭ-5	Диапазон измерений углового перемещения от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(5+5\sin\alpha/2)''$	26906-04
2 Магазин сопротивлений Р33	Диапазон воспроизводимых значений сопротивлений от 0,1 до 99999,9 Ом, класс точности 0,2/0,000006	48930-12
3 Генератор сигналов сложной формы Agilent 33220A	Частотный диапазон от 1 мкГц до 20 МГц, погрешность $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ Гц	32993-09
4 Мультиметр Agilent 34401A	Диапазон измерений переменного напряжения от 0 до 750 В, погрешность $\pm 0,06\%$ на поддиапазоне 100 мВ при частоте от 10 Гц до 20 кГц, погрешность $\pm 4\%$ на поддиапазоне 750 В при частоте от 100 до 300 кГц	16500-97

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки с равным или более высоким классом точности.

### 3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

### 4 Условия поверки

4.1 Все операции при проведении поверки, если нет особых указаний, должны проводиться в нормальных климатических условиях:

- температура воздуха от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 75 %;
- атмосферное давление от  $8,6 \cdot 10^4$  до  $10,6 \cdot 10^4$  Па (от 645 до 795 мм рт.ст.).

Примечание – При температуре воздуха выше 30 °С относительная влажность не должна превышать 70%.

### 5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки испытательные установки, стенды, аппаратура и электроизмерительные приборы должны иметь формуляры (паспорта) и соответствовать стандартам или техническим условиям на них.

5.2 Не допускается применять средства поверки, срок обязательных поверок которых истек.

5.3 Предварительный прогрев контрольно-измерительных приборов должен соответствовать требованиям технических описаний и инструкций по эксплуатации на них.

5.4 Контрольно-измерительные приборы должны быть надежно заземлены с целью исключения влияния электрических полей на результаты измерений.

5.5 Все операции по поверке, если нет особых указаний, проводить после прогрева системы напряжением питания в течение 5 мин.

5.6 В процессе поверки датчика менять средства измерений не рекомендуется.

5.7 Порядок проведения испытаний должен соответствовать порядку изложения видов испытаний в таблице 1.

### 6 Проведение поверки

#### 6.1 Проверка внешнего вида, определение габаритных размеров, определение массы датчиков

6.1.1 Проверку внешнего вида датчиков проводить визуальным осмотром.

При проверке внешнего вида необходимо проверить: целостность пломб, маркировку, качество покрытия, отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, царапин, трещин) и следов коррозии на поверхности датчика.

6.1.2 Контроль габаритных размеров проводить методом прямого измерения датчика с применением средств измерений, обеспечивающих требуемую точность. Отклонение габаритных размеров не должно превышать  $\pm 0,5$  мм.

Результаты определения габаритных размеров занести в таблицу 3.

6.1.3 Контроль массы датчика проводить методом прямого взвешивания на весах настольных циферблатных ВНЦ-2м с точностью до 0,002 кг.

Результаты определения массы занести в таблицу 3.

6.1.4 Масса датчика должна быть  $45 \pm 5$  г.

Таблица 3

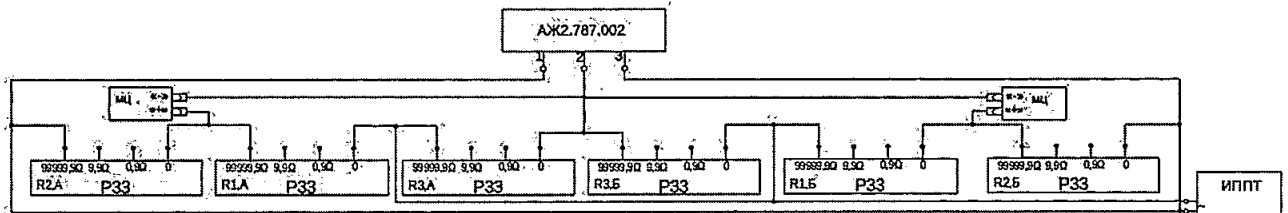
Наименование параметра		Габаритные размеры:			Масса, г
		длина, мм, не более	ширина, мм, не более	высота, мм, не более	
Требование ТУ		75	25	30	45±5
Действительное значение	Заводской номер				

6.1.5 Результаты поверки считать положительными, если габаритные размеры и масса соответствуют требованиям таблицы 3.

## 6.2 Контроль номинального значения сопротивления каждого измерительного плеча при значении углового перемещения $0^\circ$

6.2.1 Зафиксировать приспособление МКНИ.441558.144 в зажимном устройстве оптической делительной головки ОДГЭ-5. Закрепить датчик на приспособлении МКНИ.441558.144.

6.2.2 Собрать схему испытаний согласно рисунку 1.



P33 – магазин сопротивлений P33;  
 МЦ – мультиметр цифровой 34401А;  
 ИППТ – генератор сигналов произвольной формы 33220А.

Рисунок 1

6.2.3 Установить при помощи оптической делительной головки значение углового перемещения  $0^\circ$  (начальное положение).

6.2.4 Установить значение амплитуды выходного сигнала генератора сигналов произвольной формы 1 В, установить значение частоты выходного сигнала генератора сигналов произвольной формы 330 Гц. Включить выход генератора.

6.2.5 Переключить мультиметр цифровой 34401А в режим измерения напряжения переменного тока с автоматическим пределом измерений.

6.2.6 Установить значение электрического сопротивления на магазинах сопротивления P33, обозначенных на электрической схеме R1,А и R1,Б значение сопротивления 2 кОм. Установить значение электрического сопротивления на магазинах сопротивления P33, обозначенных на электрической схеме R3,А и R3,Б значение сопротивления 1 кОм.

6.2.7 Изменяя значение электрического сопротивления магазина сопротивления P33, обозначенного на электрической схеме R2,А сбалансировать измерительный мост плеча А. При балансировке измерительного моста контролировать напряжение переменного тока измерительного моста плеча А при помощи мультиметра цифрового 34401А. Измерительный мост считать сбалансированным, если минимальное изменение значения электрического сопротивления при помощи магазина сопротивления P33, обозначенного R2,А, приводит к увеличению напряжения переменного тока, измеренного при помощи мультиметра цифрового 34401А.

6.2.8 Значение электрического сопротивления R2,А записать в таблицу 4.

6.2.9 Вычислить значение электрического сопротивления плеча А  $R_{x,A}$ , Ом, по формуле:

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_3}, \quad (1)$$

6.2.10 Результат вычисления занести в таблицу 4.

6.2.11 Изменяя значение электрического сопротивления магазина сопротивления P33, обозначенного на электрической схеме R2,Б сбалансировать измерительный мост плеча Б. При балансировке измерительного моста контролировать напряжение переменного тока измерительного моста плеча Б при помощи мультиметра цифрового 34401А. Измерительный мост считать сбалансированным, если минимальное изменение значения электрического сопротивления при помощи магазина сопротивления P33, обозначенного R2,Б, приводит к увеличению напряжения переменного тока, измеренного при помощи мультиметра цифрового 34401А.

6.2.12 Значение электрического сопротивления R2,Б записать в таблицу 4.

6.2.13 Вычислить значение электрического сопротивления плеча Б  $R_{x,Б}$ , Ом, по формуле (1).

Таблица 4

Наименование параметра		Значение электрического сопротивления магазина сопротивлений P33 R2,А, Ом	Номинальное значение электрического сопротивления плеча А, Ом	Значение электрического сопротивления магазина сопротивлений P33 R2,Б, Ом	Номинальное значение электрического сопротивления плеча Б, Ом
Требование ТУ		–	4000±100	–	4000±100
Действительное значение	Заводской номер				

6.2.14 Результаты контроля считать положительными, если значение сопротивления каждого измерительного плеча при значении углового перемещения 0° соответствует (4000±100) Ом.

### 6.3 Контроль отклонения оси чувствительности от базовой плоскости

6.3.1 Вычислить отношение измерительных плеч  $x$  датчика по формуле:

$$x = \frac{R_{x,А}}{R_{x,Б}}, \quad (2)$$

где  $R_{x,А}$  – номинальное значение электрического сопротивления плеча А, указанное в таблице 4, Ом;

$R_{x,Б}$  – номинальное значение электрического сопротивления плеча Б, указанное в таблице 4, Ом;

6.3.2 Результаты вычислений занести в таблицу 5;

Таблица 5

Наименование параметра		Отношение измерительных плеч $x$ , Ом	Значение отклонения оси чувствительности датчика от базовой плоскости, "
Требование ТУ		–	±15
Действительное значение	Заводской номер		

6.3.3 Вычислить значение отклонения оси чувствительности от базовой плоскости  $y$  по формуле:

$$y = k_5 x^5 - k_4 x^4 + k_3 x^3 - k_2 x^2 + k_1 x, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициенты характеристического полинома, указанные в формуляре датчика.

6.3.4 Результаты вычислений занести в таблицу 5;

6.3.5 Результаты контроля считать положительными, если вычисленное значение отклонения оси чувствительности датчика от базовой плоскости не превышает ±15".

### 6.4 Контроль допускаемой абсолютной погрешности измерения угловых перемещений

6.4.1 Зафиксировать приспособление МКНИ.441558.144 в зажимном устройстве оптической делительной головки ОДГЭ-5. Закрепить датчик на приспособлении МКНИ.441558.144.

6.4.2 Собрать схему испытаний согласно рисунку 1.

6.4.3 Установить при помощи оптической делительной головки ОДГЭ-5 значение углового перемещения минус 3600".

6.4.4 Установить значение амплитуды выходного сигнала генератора сигналов произвольной формы 1 В, установить значение частоты выходного сигнала генератора сигналов произвольной формы 330 Гц. Включить выход генератора.

6.4.5 Переключить мультиметр цифровой 34401А в режим измерения напряжения переменного тока с автоматическим пределом измерений.

6.4.6 Установить значение электрического сопротивления на магазинах сопротивления РЗЗ, обозначенных на электрической схеме R1,А и R1,Б значение сопротивления 2 кОм. Установить значение электрического сопротивления на магазинах сопротивления РЗЗ, обозначенных на электрической схеме R3,А и R3,Б значение сопротивления 1 кОм.

6.4.7 Изменяя значение электрического сопротивления магазина сопротивления РЗЗ, обозначенного на электрической схеме R2,А сбалансировать измерительный мост плеча А. При балансировке измерительного моста контролировать напряжение переменного тока измерительного моста плеча А при помощи мультиметра цифрового 34401А. Измерительный мост считать сбалансированным, если минимальное изменение значения электрического сопротивления при помощи магазина сопротивления РЗЗ, обозначенного R2,А, приводит к увеличению напряжения переменного тока, измеренного при помощи мультиметра цифрового 34401А.

6.4.8 Значение электрического сопротивления R2,А записать в таблицу 6.

6.4.9 Вычислить значение электрического сопротивления плеча А  $R_{x,А}$ , Ом, по формуле:

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_3}, \quad (1)$$

6.4.10 Результат вычисления занести в таблицу 6.

6.4.11 Изменяя значение электрического сопротивления магазина сопротивления РЗЗ, обозначенного на электрической схеме R2,Б сбалансировать измерительный мост плеча Б. При балансировке измерительного моста контролировать напряжение переменного тока измерительного моста плеча Б при помощи мультиметра цифрового 34401А. Измерительный мост считать сбалансированным, если минимальное изменение значения электрического сопротивления при помощи магазина сопротивления РЗЗ, обозначенного R2,Б, приводит к увеличению напряжения переменного тока, измеренного при помощи мультиметра цифрового 34401А.

6.4.12 Значение электрического сопротивления R2,Б записать в таблицу 6.

6.4.13 Вычислить значение электрического сопротивления плеча Б  $R_{x,Б}$ , Ом, по формуле (1).

6.4.14 Результат вычисления занести в таблицу 6.

6.4.15 Вычислить отношение измерительных плеч  $x$  датчика по формуле (2).

6.4.16 Результат вычисления занести в таблицу 6.

6.4.17 Вычислить измеренное значение текущего углового перемещения по формуле (3).

6.4.18 Результат вычисления занести в таблицу 6.

6.4.19 Повторить пункты 4.11.3 – 4.11.18 для значений углового перемещения оптической делительной головки ОДГЭ-5 минус 3000", минус 2400", минус 1800", минус 1200", минус 600", 0", 600", 1200", 1800", 2400", 3000", 3600" два цикла в прямой и обратной последовательности.

6.4.20 Вычислить значения абсолютной погрешности измерений угловых перемещений датчика АЖ2.787.002 по формуле:

$$\Delta y = y_{зад} - y_{изм} \quad (4)$$

где  $y_{зад}$  – воспроизведенное при помощи оптической делительной головки ОДГЭ-5 значение углового перемещения, ";

$y_{изм}$  – вычисленное по формуле (3) значение углового перемещения для соответствующего значения  $y_{зад}$ , ";

6.4.21 Результаты измерений занести в таблицу 6.

6.4.22. Вычислить максимальное значение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений датчика АЖ2.787.002 по формуле

$$\Delta y_{max} = \max |\Delta y_{i,j}|, \quad (5)$$

где  $\Delta u_{ij}$  - значение абсолютной основной погрешности измерений угловых перемещений, определенное для  $i$ -го заданного значения углового перемещения в  $j$ -м цикле измерений.

6.4.23 Результат вычислений занести в таблицу 6.

6.4.24 Результат контроля считать положительным, если вычисленное максимальное значение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений датчика АЖ2.787.002 не превышает 120".

Таблица 6а

№ точки измерения, j	Угол перемещения, "	Значение сопротивления R2,А, Ом				Значение сопротивления R2,Б, Ом				Значение сопротивления плеча А, Rх,А, Ом				Значение сопротивления плеча Б, Rх,Б, Ом			
		1 цикл		2 цикл		1 цикл		2 цикл		1 цикл		2 цикл		1 цикл		2 цикл	
		пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход
1	-3600																
2	-3000																
3	-2400																
4	-1800																
5	-1200																
6	-600																
7	0																
8	600																
9	1200																
10	1800																
11	2400																
12	3000																
13	3600																

Таблица 6б

№ точки измерения, j	Угол перемещения, "	Отношение измерительных плеч, х				Вычисленное значение углового перемещения, $u_{изм}$ , "				Значение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений $\Delta u$ , "							
		1 цикл		2 цикл		1 цикл		2 цикл		1 цикл		2 цикл					
		пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход	пр. ход	обр. ход				
1	-3600																
2	-3000																
3	-2400																
4	-1800																
5	-1200																
6	-600																
7	0																
8	600																
9	1200																
10	1800																
11	2400																
12	3000																
13	3600																
Максимальное значение основной абсолютной погрешности измерений угловых перемещений датчика $\Delta u_{max}$ , "	Норма по ТУ											Фактическое значение					
	$\pm 120$																



## **7 Оформление результатов поверки**

7.1 Результаты поверки датчика оформить в соответствии с Приказом Министерство промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».