

УТВЕРЖДАЮ

АО «НИИФИ»
Руководитель ЦИ СИ



М.Е. Горшенин М.Е. Горшенин

« 18 » 08 2015г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРВИЧНЫЙ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
Вм 712

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
Вм2.787.027 МП

ГР 62169-15

Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на преобразователи первичные угловых перемещений Вм 712 (далее по тексту – преобразователи) предназначенные для измерений угловых перемещений и преобразования в электрический сигнал (сопротивление).

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; – маркировки; – массы	6.1	да	да
	6.2	да	да
	6.3	да	да
2 Контроль габаритных и установочных размеров преобразователей	6.4	да	да
3 Контроль величины момента трогания входного вала преобразователя	6.5	да	да
4 Проверка полного сопротивления	6.6	да	да
5 Определение градуировочной характеристики, проверка относительных значений выходных сопротивлений, определение допускаемой приведенной погрешности	6.7	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
1 Штангенциркуль ШЦ	Диапазон измерений от 0 до 250 мм, погрешность $\pm 0,05$ мм
2 Весы настольные циферблатные ВНЦ-2	Диапазон измерений от 10 до 2000 г, погрешность измерений $\pm 0,3$ г
3 Набор гирь 4-го класса Г4	Диапазон измерений от 0,1 до 1111,1 г, класс точности 4
4 Омметр цифровой Ц 34	Диапазон измеряемых сопротивлений от 1 МОм до 1 ГОм, класс точности (0,02/0,005 – 0,5/0,1)
5 Делительная головка ОДГЭ-5	Диапазон измерений от 0 до 360n, где n-1,2,3..., погрешность измерений ± 5 сек
6 Осциллограф универсальный С1-68	Диапазон от 1 мкВ до 300 В, от 2 мкс до 16 с, погрешность $\pm 10\%$
7 Источник питания постоянного тока Б5-45	Диапазон измерений от 0,1 до 49,9 В, погрешность $\pm(0,5\% U_{уст.} + 0,1\% U_{max})$ В, диапазон измерений от 0,001 до 0,499 А, погрешность $\pm(1,0\% I_{уст.} + 0,2\% I_{max})$ мА

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°C 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 Коммутации и подключения, связанные с монтажом схем испытаний, производить только при выключенном напряжении питания

5.4 Измерительные приборы, используемые при испытаниях, после включения должны быть прогреты в течение времени, предусмотренном инструкцией по эксплуатации на них.

5.5 В процессе конкретного вида испытаний менять приборы и оборудование не рекомендуется.

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

6 Проведение поверки

6.1 Проверка внешнего вида.

Проверку внешнего вида проводить визуальным осмотром.

При проверке внешнего вида руководствоваться следующими требованиями.

Внешний вид должен соответствовать требованиям чертежа.

На поверхности преобразователя не должно быть нарушения целостности, покрытий, механических повреждений - вмятин, забоин, царапин, трещин; следов коррозии на поверхности преобразователя; повреждений трубки электроизоляционной гибкой (далее – ТКР) кабеля (трещин, пор, пузырей и отслоений).

Результаты поверки занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А1, приложения А.

6.2 Проверка маркировки.

Проверку маркировки датчика проводить визуальным осмотром.

При проверке маркировки руководствоваться следующими требованиями: на корпусе каждого преобразователя должно быть отчетливо выгравировано:

- на каждом преобразователе должно быть отчетливо выгравировано:
 - шифр преобразователя;
 - заводской номер;
 - надпись: "После выставки исходного уровня ось не вращать".

Результаты поверки занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А1, приложения А.

6.3 Проверка массы.

Проверка массы преобразователя проводится взвешиванием на весах настольных циферблатных ВНЦ-2м.

Масса преобразователя должна быть не более 0,2 кг.

Результаты проверки занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А1, приложения А.

6.4 Проверка габаритных и установочных размеров преобразователей

6.4.1 Проверку габаритных и установочных размеров проводить любым мерительным инструментом, обеспечивающим требуемую точность.

6.4.2 Габаритные и установочные размеры преобразователей должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Требование ТУ
Габаритные размеры, мм	Ø 53x56
Установочные размеры, мм – длина кабеля, мм	3 отв. Ø 4,5 Н14 на окружности (Ø 45,5±0,1) 515±15

6.4.3 Результаты проверки габаритных и установочных размеров занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А2, приложения А.

6.5 Контроль величины момента трогания входного вала преобразователя

6.5.1 Проверку величины момента трогания входного вала преобразователя проводить в следующей последовательности:

– закрепить преобразователь на приспособлении Вт 7870-4273 таким образом, чтобы входной вал находился в горизонтальном положении.

– на входном валу преобразователя установить и прикрепить с помощью гайки М3 диск Ø10-20 мм с закрепленной на нем нитью.

– нагрузить нить, перекинутую через диск (2-3 витка), гирями техническими до момента трогания входного вала преобразователя.

– подсчитать величину момента трогания входного вала преобразователя по формуле:

$$M_{тр} = P \cdot r, \quad (1)$$

где P – величина груза на нити, Н,

r – радиус диска, см.

6.5.2 Момент трогания входного вала преобразователя, должен соответствовать требованию и быть не более, 7,85 Н·см (800Г·см).

6.5.3 Результаты проверки момента трогания входного вала преобразователя занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А3, приложения А.

6.6 Проверка полного сопротивления

6.6.1 Проверку полного сопротивления проводить в следующей последовательности:

– контакты 1, 2 разъема преобразователя подключить к омметру цифровому Щ 34;

– измерить величину сопротивления R полн.

6.6.2 Значение полного сопротивления преобразователя должно быть 1500 ± 150 Ом.

6.6.3 Результаты проверки полного сопротивления занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А4, приложения А

6.7 Снятие градуировочной характеристики, проверка относительных значений выходных сопротивлений, определение пределов допускаемой приведенной погрешности

6.7.1. Закрепить преобразователь Вм 712 на приспособлении Вм 7870-4059, а приспособление – на стенде делительной головки ОДГЭ-5.

6.7.2. Подключить контакты 1, 3 разъема преобразователя Вм 712 к омметру цифровому Щ-34.

6.7.3. Установить входной вал преобразователя Вм 712 в положение, при котором выходное сопротивление между контактами 1, 3 разъема преобразователя равняется $R_n/2 \pm 5$ Ом. Данное положение входного вала преобразователя является средней точкой диапазона измерения.

6.7.4. Установить вал делительной головки ОДГЭ-5 в положение, соответствующее номеру градуировочной точки $i = 4$ таблицы 6.7.1.

6.7.5. Состыковать входной вал преобразователя Вм 712 с выходным валом делительной головки, сохраняя положения входного вала преобразователя и выходного вала делительной головки, указанные в пп. 6.7.3 и 6.7.4. После стыковки входной вал преобразователя должен вращаться без заеданий.

6.7.6. Повернуть входной вал преобразователя Вм 712 с помощью делительной головки против часовой стрелки в положение 0^0 , соответствующее номеру градуировочной точки $i = 0$ таблицы 6.8.1.

6.7.7. Измерить выходное сопротивление между контактами 1, 3 разъема преобразователя в градуировочных точках согласно таблицы 6.7.1, поворачивая входной вал по часовой стрелке из положения 0^0 в положение D (прямой ход).

6.7.8. Измерить выходное сопротивление между контактами 1, 3 разъема преобразователя в градуировочных точках согласно таблицы 6.7.1, поворачивая входной вал против часовой стрелки из положения D в положение 0^0 (обратный ход).

6.7.9. Повторить испытания по пп. 6.7.7, 6.7.8 – 4 раза.

6.7.10. Результаты значений выходного сигнала в каждой градуировочной точке занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А5, приложения А.

6.7.11. Подсчитать в каждой градуировочной точке среднее значение выходного сопротивления:

- для прямого хода

$$R_{\text{ср.пр.}i} = \frac{\sum_{\ell=1}^L R_{\ell i \text{пр.}}}{L}, \quad (2)$$

- для обратного хода

$$R_{\text{ср.обр.}i} = \frac{\sum_{\ell=1}^L R_{\ell i \text{обр.}}}{L}, \quad (3)$$

где ℓ – номер цикла градуирования;

L – число циклов градуирования:

$L = 4$ – для исполнений: Вт 2.787.027, Вт 2.787.027-01, Вт 2.787.027-08, Вт 2.787.027-09;

$L = 2$ – для исполнений: от Вт 2.787.027-02 до Вт 2.787.027-07 и от Вт 2.787.027-10 до Вт 2.787.027-15.

6.7.12. Подсчитать в каждой градуировочной точке среднее значение выходного сопротивления

$$R_{\text{ср.}i} = \frac{R_{\text{ср.пр.}i} + R_{\text{ср.обр.}i}}{2}, \quad (4)$$

Средние значения выходных сопротивлений в градуировочных точках $i = 0$ ($R_{\text{нач.}}$) и $i = 8$ ($R_{\text{кон.}}$) занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А5, приложения А.

6.7.13. Подсчитать в каждой градуировочной точке относительное значение выходного сопротивления

Таблица 4 – Результаты проверки относительных значений выходных сопротивлений

Наименование параметра	Требования ТУ	Фактическое значение		
		Заводской номер		
Относительное значение выходного сопротивления в начале диапазона измерений, $\Delta_{нач.}$, % от $R_{полн.}$	0,5			
Относительное значение выходного сопротивления в конце диапазона измерения, $\Delta_{кон.}$, % от $R_{полн.}$	99,5			
Разность относительных значений выходных сопротивлений ($\Delta_{кон.} - \Delta_{нач.}$), %, не менее	90%			

6.7.15 Определение предела приведенной основной погрешности преобразователя

$$\gamma = \varepsilon \sqrt{\gamma_r^2 + \gamma_{ол}^2 + \gamma_{кл}^2} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где γ_r^2 – приведенное значение дисперсии выходного сигнала от гистерезиса;

$\gamma_{ол}^2$ – приведенное значение аддитивной составляющей лабораторной дисперсии;

$\gamma_{кл}^2$ – значение относительной мультипликативной составляющей лабораторной дисперсии;

ε – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности и закона распределения погрешности ($\varepsilon = 2$).

Подсчитать нормированное значение коэффициента преобразования:

- для прямого хода

$$K_{пр.} = \frac{9 \sum_{i=0}^8 (R_{ср.пр.i} \cdot \alpha_i) - \sum_{i=0}^8 R_{ср.пр.i} \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i}{9 \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - (\sum_{i=0}^8 \alpha_i)^2}, \quad (7)$$

- для обратного хода

$$K_{обр.} = \frac{9 \sum_{i=0}^8 (R_{ср.обр.i} \cdot \alpha_i) - \sum_{i=0}^8 R_{ср.обр.i} \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i}{9 \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - (\sum_{i=0}^8 \alpha_i)^2}, \quad (8)$$

где α_i – значения угла поворота входного вала преобразователя в градуировочных точках согласно таблицы 2 (берутся значения в рад.).

Подсчитать нормированное значение начального сигнала:

- для прямого хода

$$b_{пр.} = \frac{\sum_{i=0}^8 R_{ср.пр.i} \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - \sum_{i=0}^8 (R_{ср.пр.i} \cdot \alpha_i) \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i}{9 \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - (\sum_{i=0}^8 \alpha_i)^2}, \quad (9)$$

- для обратного хода

$$b_{обр.} = \frac{\sum_{i=0}^8 R_{ср.обр.i} \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - \sum_{i=0}^8 (R_{ср.обр.i} \cdot \alpha_i) \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i}{9 \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - (\sum_{i=0}^8 \alpha_i)^2}, \quad (10)$$

Подсчитать дисперсию от гистерезиса

$$D_r = \frac{\sum_{i=0}^8 [(K_{\text{пр.}} - K_{\text{обр.}}) \cdot \alpha_i + (b_{\text{пр.}} - b_{\text{обр.}})]^2}{9 \cdot 12}, \quad (11)$$

Подсчитать приведенное значение дисперсии выходного сигнала от гистерезиса:

$$\gamma_r^2 = \frac{D_r}{(R_{\text{кон.}} - R_{\text{нач.}})^2}, \quad (12)$$

Подсчитать нормированное значение начального сигнала для прямого хода каждого градуировочного цикла

$$b_{\text{пр.}\ell} = \frac{\sum_{i=0}^8 R_{\ell \text{ипп.}} \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - \sum_{i=0}^8 (R_{\ell \text{ипп.}} \cdot \alpha_i) \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i}{9 \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - (\sum_{i=0}^8 \alpha_i)^2}, \quad (13)$$

где ℓ – порядковый номер цикла градуирования;

$\ell = 1, \dots, 4$ для исполнений: Вт 2.787.027, Вт 2.787.027-01, Вт 2.787.027-08, Вт 2.787.027-09;

$\ell = 1, 2$ для исполнений: от Вт 2.787.027-02 до Вт 2.787.027-07 и от Вт 2.787.027-10 до Вт 2.787.027-15.

Подсчитать аддитивную составляющую лабораторной дисперсии

$$D_{\text{ол}} = \sum_{\ell=1}^L \frac{(b_{\text{пр.}\ell} - M_{b_{\text{пр.}}})^2}{L-1}, \quad (14)$$

где $M_{b_{\text{пр.}}} = \frac{\sum_{\ell=1}^L b_{\text{пр.}\ell}}{L}$ – математическое ожидание начального значения выходного сигнала.

Подсчитать приведенное значение аддитивной составляющей лабораторной дисперсии

$$\gamma_{\text{ол}}^2 = \frac{D_{\text{ол}}}{(R_{\text{кон.}} - R_{\text{нач.}})^2} \quad (15)$$

Подсчитать нормированное значение коэффициента преобразования для прямого хода каждого градуировочного цикла

$$K_{\text{пр.}\ell} = \frac{9 \sum_{i=0}^8 (R_{\ell \text{ипп.}} \cdot \alpha_i) - \sum_{i=0}^8 R_{\ell \text{ипп.}} \cdot \sum_{i=0}^8 \alpha_i}{9 \sum_{i=0}^8 \alpha_i^2 - (\sum_{i=0}^8 \alpha_i)^2}, \quad (16)$$

Подсчитать относительную мультипликативную составляющую лабораторной дисперсии

$$\gamma_{\text{кл}}^2 = \frac{\sum_{\ell=1}^L (K_{\text{пр.}\ell} - MK_{\text{пр.}})^2}{(L-1) \cdot (MK_{\text{пр.}})^2}, \quad (17)$$

где $MK_{\text{пр.}} = \frac{\sum_{\ell=1}^L K_{\text{пр.}\ell}}{L}$ – математическое ожидание коэффициента преобразования.

Погрешность, обусловленная средствами градуирования, не учитывается ввиду ее малой величины.

6.7.16 Результаты проверок считать положительными, если:

– градуировочная характеристика преобразователей соответствует требованиям таблицы 2 программы;

– относительные значения выходных сопротивлений в начале и конце диапазона измерений, разность относительных значений выходных сопротивлений ($\Delta_{\text{кон.}} - \Delta_{\text{нач.}}$) соответствуют требованию таблицы 4 программы;

– значение приведенной погрешности преобразователя находится в пределах $\pm 1,0\%$.

6.7.17 Результаты расчета приведенной погрешности преобразователя занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А7, приложения А.

7 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформить в соответствии с ПР 50.2.006.

Таблица А6 – Результаты проверки относительных значений выходных сопротивлений

Наименование параметра	Требование ТУ	Фактическое значение		
		Заводской номер		
Относительное значение выходного сопротивления в начале диапазона измерений, $\Delta_{нач.}$, % от $R_{полн}$	0,5			
Относительное значение выходного сопротивления в конце диапазона измерения, $\Delta_{кон.}$, % от $R_{полн}$	99,5			
Разность относительных значений выходных сопротивлений ($\Delta_{кон.} - \Delta_{нач.}$), %, не менее	90%			

Таблица А 7 – Результаты определения допускаемой приведенной погрешности

Наименование параметра	Требования ТУ	Расчетное значение		
		Заводской номер		
Предел допускаемой приведенной погрешности	$\pm 1,0$			