

УТВЕРЖДАЮ:  
Генеральный директор  
ОАО «НПО ЦКТИ»

  
Е. Е. Муздарьов  
«          »            2016г.  



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
К. В. Гоголинский  
«          »            2016г.  


Датчики смещения  
ДС4-30  
Методика поверки

4277-073-05762252-2015 МП

Руководитель лаборатории 2520  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
Верозубов С.Е.

« 8 »  02  2016г.

Санкт-Петербург  
2015

## Оглавление

1. Операции и средства поверки.....	3
2. Требования безопасности.....	5
3. Условия поверки и подготовка к ней.....	5
4. Проведение поверки.....	5
4.1 Внешний осмотр.....	5
4.2 Опробование, проверка подтверждения соответствия ПО и подготовка датчика.....	5
4.3 Определение номинального и действительного значений коэффициента преобразования и отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального.....	8
4.4 Определение основной приведенной погрешности измерения.....	9
4.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики коэффициента преобразования в диапазоне измерений.....	10
4.6 Определение дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной отклонением зазора между трансформатором смещения и контрольной поверхностью на $\pm 1,5$ мм от номинального значения.....	10
4.7 Определение абсолютной погрешности измерения смещения по электронному индикатору.....	12
5. Оформление результатов поверки.....	12

В данном разделе приводится методика первичной и периодической поверок датчика смещения.

Первичная поверка датчика производится при выпуске из производства и после ремонта.

Периодическая поверка проводится при эксплуатации датчика и в период текущего или капитального ремонта турбоагрегата.

Допускается поверка датчика в составе канала измерения смещения и непосредственно на контролируемом оборудовании.

Интервал между поверками 2 года.

## 1. Операции и средства поверки.

1.1. При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Средства поверки и их технические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			Первичной поверке	Периодической поверке
1	2	3	4	5
1. Внешний осмотр	4.1.	-	Да	Да
2. Опробование, проверка подтверждения соответствия ПО и подготовка датчика	4.2.	Устройство испытательное вспомогательное (далее УИВ) в комплекте с индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ 50, пределы измерений 0 – 50 мм; Комплект поясков шириной 20, 25,30, 35 и 40 мм; Мультиметр 34401А, диапазон измерения постоянного тока 10 мА - 3 А, погрешность измерения 0,050% от отсчета + 0,005% от предела (предел 100 мА), диапазон измерения напряжения постоянного тока: 100 мВ – 1000 В, погрешность измерения 0,0035% от отсчета + 0,0005% от предела (предел 10 В); Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 8711-78 кл.0,1; Источник стабилизированного напряжения постоянного тока Б5-44 24±1 В, 200 мА.	Да	Да

1	2	3	4	5
Определение номинального и действительного значений коэффициента преобразования и относительного отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального	4.3	Те же средства поверки, что и в п.2	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности измерения смещения	4.4.	Те же средства поверки, что и в п.2	Да	Да
Определение нелинейности амплитудной характеристики коэффициента преобразования в диапазоне измерений смещения	4.5	Те же средства поверки, что и в п.2	Да	Да
Определение дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной отклонением зазора между трансформатором смещения и контрольной поверхностью на $\pm 1,5$ мм от номинального значения.	4.6	Те же средства поверки, что и в п.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения смещения по электронному индикатору.	4.7	Те же средства поверки, что и в п.2	Да	Да

1.2. Допускается замена приборов и оборудования на аналогичные с соответствующими метрологическими характеристиками.

1.3. Все вышеуказанные средства измерений (СИ) должны быть поверены органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 2. Требования безопасности.

2.1. К поверке датчика допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) датчика смещения ДС4-30.

2.2. При проведении поверки необходимо соблюдать требования, изложенные в ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

2.3. При проведении поверки эталонные средства измерений, поверяемая аппаратура, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.

2.4. Подсоединение средств поверки к датчику производить при выключенном напряжении питания.

## 3. Условия поверки и подготовка к ней.

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды.....+20±5 °С;
- относительная влажность воздуха.....65±15 %;
- атмосферное давление.....101,3 ± 4 кПа (760 ± 30 мм.рт.ст.);
- напряжение питания.....+24±1В;
- сопротивление нагрузки для выходного сигнала.....500±50м;
- отсутствие вибрации и внешних магнитных полей;
- марка металла и размеры контрольного образца стенда калибровки и поверки датчика перемещений должны соответствовать марке металла и размерам контрольной поверхности контролируемого объекта.

3.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие требования:

- изучены ТУ и РЭ датчика смещения;
- подключены средства поверки к датчику в соответствии с РЭ датчика при выключенном напряжении питания;
- средства поверки и поверяемый датчик должны быть заземлены;
- средства поверки и поверяемый датчик должны быть включены и прогреты в течение времени, указанном в их эксплуатационных документах.

## 4. Проведение поверки

### 4.1 Внешний осмотр

4.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

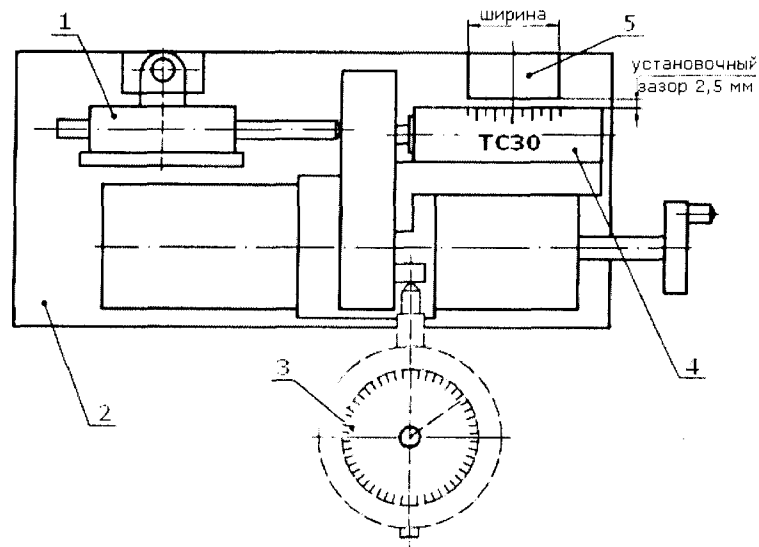
- комплектность и чистота поверяемого датчика (трансформатора смещения ТС30 и измерительного преобразователя ИПС4-30);
- наличие маркировки;
- отсутствие повреждений корпусов, соединительных кабелей и соединений.

4.1.2 Результаты поверки считаются положительными, если выполняются все вышеперечисленные требования.

### 4.2 Опробование, проверка подтверждения соответствия ПО и подготовка датчика

4.2.1 Для проведения опробования и подтверждения соответствия ПО необходимо:

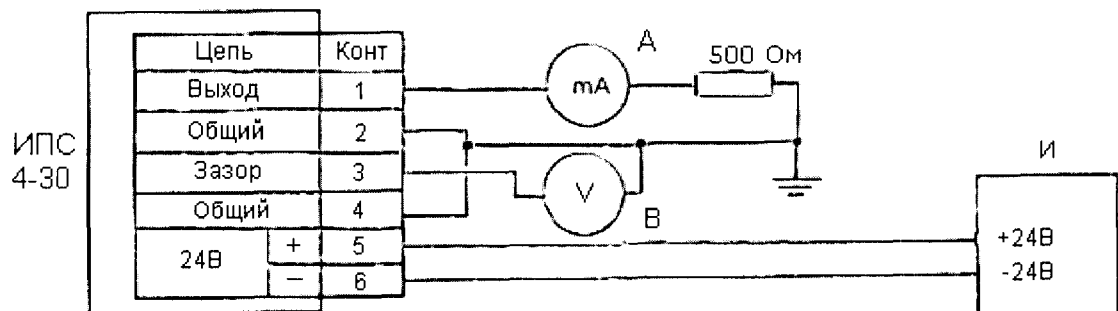
- установить трансформатор смещения на УИВ в соответствии с рисунком 1;



- 1,3 - Индикатор часового типа ИЧ50;  
 2 - Устройство испытательное вспомогательное (УИВ);  
 4 - Трансформатор смещения ТС30;  
 5 - Поясок (ширина пояска: 20; 25; 30; 35; 40мм)

Рисунок 1. Установка датчика на устройстве испытательном вспомогательном.

- собрать электрическую схему поверки в соответствии с рисунком 2;



- ИПС4-30 - измерительный преобразователь смещения;  
 А - миллиамперметр постоянного тока;  
 И - источник напряжения постоянного тока;  
 В - вольтметр постоянного тока.

Рисунок 2. Схема электрическая принципиальная поверки датчика.

- включить источник питания, прогреть ИПС4-30 и измерительные приборы (не менее 30 мин.) и опробовать работу датчика, создавая на стенде изменения смещения.

- проверить подтверждение соответствия ПО (после включения источника питания датчика первые 3-5 секунд на жидкокристаллическом дисплее измерительного преобразователя смещения ИПС4-30 индицируется информация о наименовании ПО: **ИПС4-30** и номер его версии: **ver.1.0**).

#### 4.2.2 Подготовка датчика

Датчик предназначен для измерения смещения деталей и узлов турбоагрегатов, имеющих в своей конструкции «пояски» шириной (20-40) мм в диапазоне (4-30) мм, поэтому перед началом поверки датчика необходимо произвести следующие операции:

- а) провести калибровку датчика;
- б) проверить выбранные и текущие параметры датчика.

##### А. Калибровка датчика

1. На лицевой панели ИПС4-30 одновременно нажать две кнопки «Выбор» и «Ввод» и удерживать их в нажатом положении не менее двух секунд\* (пароль). На электронном индикаторе ИПС4-30 появится надпись «Выберите ширину пояса».

\* Любое нажатие кнопки удерживать не менее двух секунд.

2. Ширина пояса 20мм; 25мм; 30мм; 35мм; или 40мм выбирается кнопкой «Выбор». После выбора ширины пояса нажать кнопку «Ввод». После нажатия кнопки «Ввод» электронном индикаторе ИПС4-30 появится надпись «Установка рабочего зазора».

3. По индикатору часового типа ИЧ50 установить рабочий зазор ( $2,5 \pm 0,1$ ) мм между трансформатором смещения ТС30 и контрольной поверхностью («пояском») в середине диапазона измерения и нажать кнопку «Ввод».

4. Контролируя выходной ток датчика по миллиамперметру «А», переместить трансформатором смещения ТС30 в положение  $12 \pm 0,05$  мА (середина диапазона измерения датчика), и нажать кнопку «Ввод».

5. Переместить ТС30 на 15 мм по индикатору часового типа ИЧ50 в любую сторону диапазона измерения датчика и нажать кнопку «Ввод». Переместить ТС30 на 30 мм по индикатору часового типа ИЧ50 в другую сторону диапазона измерения датчика и нажать кнопку «Ввод».

6. На электронном индикаторе ИПС4-30 появится надпись «Установка рабочего диапазона измерения датчика». Рабочий диапазон измерения датчика  $S_r$  может быть установлен в пределах (4÷ 30) мм.

7. Переместить ТС30 в положение  $12 \pm 0,05$  мА (середина диапазона измерения датчика), контролируя выходной ток датчика по миллиамперметру «А», и нажать кнопку «Ввод».

8. Установить ТС30 по индикатору часового типа ИЧ50 в начало диапазона измерения датчика и нажать кнопку «Ввод».

9. Установить ТС30 по индикатору часового типа ИЧ50 в конец диапазона измерения датчика и нажать кнопку «Ввод». Необходимый рабочий диапазон измерения датчика  $S_r$  установлен.

Процедура калибровки датчика завершена.

Калибровка датчика будет завершена только при условии последовательного выполнения каждого шага данной процедуры. В случае неполного выполнения или выхода из процедуры калибровки (одновременное нажатие на кнопки «Ввод» и «Выбор» длительностью не менее 2 сек) все заданные параметры, незавершенной калибровки, сохранены не будут, а действующие параметры калибровки не будут изменены.

##### Б. Проверка выбранных и текущих параметров датчика

Нажать кнопку «Выбор» и удерживать ее в нажатом положении не менее двух секунд. На экране электронного индикатора ИПС4-30 появятся текущие значения параметров датчика:

- 1) выбранная ширина «пояса»;
- 2) установленный диапазон измерения;
- 3) текущий коэффициент преобразования датчика;
- 4) текущее значение температуры датчика.

Датчик автоматически вернется в режим измерения перемещения примерно через 10 секунд. Для быстрого перевода из режима просмотра выбранных параметров в режим измерения нажать кнопку «Выбор».

Датчик готов к работе (поверке) с параметрами, отображенными на электронном индикаторе.

4.2.3 Результаты поверки считаются положительными, если:

1) при включении датчика смещения на экране жидкокристаллического дисплея ИПС4-30 индицируется идентификационное наименование встроенного ПО: «ИПС4-30» и номер его версии: «ver.1.0»;

2) при плавном увеличении смещения на УИВ показания смещения дисплея изменяются от минимального значения- 0 мм до максимального- 30 мм, а выходной постоянный ток на выходе испытуемого ИПС4-30 изменяется от 4 мА до 20 мА.

### 4.3 Определение номинального и действительного значений коэффициента преобразования и относительного отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального

4.3.1 Номинальное значение коэффициента преобразования определяется по формуле (1) и заносится в таблицу 2:

$$K_n = \frac{16}{S_r} \quad (1)$$

где,  $S_r$  – установленный рабочий диапазон измерения датчика, мм.

4.3.2 Определяем коэффициент преобразования  $K_i$  датчика при  $i$ -том значении смещения контрольной поверхности («пояска») по формуле (2):

$$K_i = \frac{I_i - I_0}{S_i} \quad (2)$$

где:  $I_i$  – значение выходного постоянного тока по миллиамперметру для заданного значения  $S_i$ , мА;

$I_0 = 4,0$  мА выходной ток по миллиамперметру в начале диапазона измерения.

Определяем среднее значение коэффициента преобразования датчика по формуле (3):

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (3)$$

где:  $n$  – число измерений.

Для этого установить трансформатор смещения и контрольную поверхность («поясок») в положение при котором значение выходного тока преобразователя смещения ИПС4-30, измеряемое миллиамперметром «А», было равно  $12 \pm 0,05$  мА, что соответствует половине (50%) установленного диапазона измерения датчика  $S_r$ .

По индикатору часового типа ИЧ50 установить на УИВ значения смещения  $S_i$  контрольной поверхности («пояска») равные 0%; 10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80%; 90%; 100% от установленного рабочего диапазона измерения датчика  $S_r$ .



Миллиамперметром «А» измерить величину выходного тока  $I_i$  для каждого значения смещения контрольной поверхности, а с электронного индикатора ИПС4-30 снять показания измеренного смещения  $S_{ipp}$ .

Результаты измерений заносят в таблицу 2 и таблицу 3.

4.3.3 Относительное отклонение коэффициента преобразования датчика от номинального значения определяется по формуле (4) и заносится в таблицу 2:

$$\delta_k = \frac{K_g - K_n}{K_n} \times 100\% \quad (4)$$

где:  $K_g$  – коэффициента преобразования датчика, определенный при значении смещения равном  $0,75 \cdot S_r$  (75%);

$K_n$  – номинальное значение коэффициента преобразования, мА/мм.

Таблица 2.

$S_i$	%	0	10	20	30	40	50	60	70	75	80	90	100
$I_i$	мА												
$\delta_i$	%												
$K_i$	мА/мм												
$\delta_a$	%												
$S_r$	мм	X											
$K_n$	мА/мм	X											
$I_0$	мА		X										
$K_g$	мА/мм					X						X	
$\delta_k$	%					X						X	

4.3.4 Результаты поверки считаются положительными, если относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования датчика от его номинального значения не более  $\pm 2,5\%$ .

#### 4.4 Определение основной приведенной погрешности измерения смещения

4.4.1 Определение основной приведенной погрешности измерения датчика проводят не менее чем при пяти значениях смещения, равномерно распределенных по всему установленному рабочему диапазону измерения датчика  $S_r$ .

4.4.2 На основании результатов измерений в таблице 2 определяем основную приведенную погрешность измерения ( $\delta_i$ ) по формуле (5):

$$\delta_i = \frac{\frac{I_i - I_0}{K_n} - S_i}{S_r} \times 100\% \quad (5)$$

где:  $I_i$  – выходной ток по миллиамперметру для значения  $S_i$ , мА;

$I_0$  – выходной ток по миллиамперметру в начале диапазона измерения  $S_r$ , мА;

$K_n$  – номинальное значение коэффициента преобразования, мА/мм;

$S_i$  – значение смещения по индикатору часового типа ИЧ50, мм;

$S_r$  – установленный рабочий диапазон измерения датчика, мм.

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.

4.4.3 Результаты поверки считаются положительными, если максимальное значение основной приведенной погрешности измерения смещения не превышает пределов  $\pm 2,5\%$  во всем рабочем диапазоне измерений измерения смещения  $S_r$

#### **4.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики коэффициента преобразования в диапазоне измерений смещения**

4.5.1 На основании результатов измерений в таблице 2 определяем нелинейность амплитудной характеристики коэффициента преобразования датчика по формуле (6):

$$\delta_a = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \times 100\% \quad (6)$$

где:  $K_i$  - коэффициент преобразования при  $i$ -том значении смещения объекта;  
 $K_{cp}$  - среднее значение коэффициента преобразования.

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.

4.5.2 Результаты поверки считаются положительными, если нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне измерений не превышает пределов  $5,0\%$ .

#### **4.6 Определение дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной отклонением зазора между трансформатором смещения и контрольной поверхностью на $\pm 1,5$ мм от номинального значения**

4.6.1 Определение дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной отклонением зазора между трансформатором смещения и контрольной поверхностью, проводят в начале ( $0\%$ )  $S_{sr}$  и конце ( $100\%$ )  $S_{er}$  рабочего диапазона измерения смещения датчика не менее чем при пяти значениях зазора, равномерно распределенных во всем допустимом диапазоне ( $1-4$ )мм изменения зазора.

Установить рабочий зазор между трансформатором смещения ТС30 и контрольной поверхностью («пояском»)  $2,5 \pm 0,1$ мм, контролируя зазор по индикатору часового типа ИЧ50 (или по вольтметру постоянного тока «В»).

Установить трансформатор смещения и контрольную поверхность («поясок») в положение при котором значение выходного тока преобразователя смещения, измеряемое миллиамперметром «А», было равно  $12 \pm 0,05$ мА, что соответствует середине установленного диапазона измерения датчика  $S_r$ .

По индикатору часового типа ИЧ50 установить на УИВ значение смещения  $S_i$  контрольной поверхности («пояска») равное началу установленного рабочего диапазона измерения датчика ( $0\%$ )  $S_r$ .

По индикатору часового типа ИЧ50 (или по вольтметру постоянного тока «В», или по электронному индикатору ИПС4-30) между контрольной поверхностью («пояском») и трансформатором смещения ТС30 установить на стенде значения зазора  $1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4$ мм.

Миллиамперметром «А» измерить величину выходного тока  $I_i$  для каждого значения зазора, а с электронного индикатора ИПС4-30 снять показания измеренного смещения  $S_{i\text{pp}}$ .

Результаты измерений занести в таблицу 3.

По индикатору часового типа ИЧ50 установить на УИВ значение смещения  $S_i$  контрольной поверхности («пояска») равное концу установленного рабочего диапазона измерения датчика (100%)  $S_r$ .

По индикатору часового типа ИЧ50 (или по вольтметру постоянного тока «В», или по электронному индикатору ИПС4-30) между контрольной поверхностью («пояском») и трансформатором смещения ТС30 установить на УИВ значения зазора 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4мм.

Миллиамперметром «А» измерить величину выходного тока  $I_i$  для каждого значения зазора, а с электронного индикатора ИПС4-30 снять показания измеренного смещения  $S_{i\text{pp}}$ . Результаты измерений заносят в таблицу 3.

Определяем дополнительную приведенную погрешность измерения ( $\delta_{\text{идоп}}$ ) в начале  $S_{sr}$  и конце  $S_{er}$  диапазона измерения смещения по формуле (7):

$$\delta_{\text{идоп}} = \frac{I_{i\text{заз}} - I_{i2.5}}{S_r} \times 100\% \quad (7)$$

где:  $I_{i\text{заз}}$  – выходной ток по миллиамперметру для поверяемого зазора, мА;

$I_{i2.5}$  – выходной ток по миллиамперметру для установочного зазора (2,5мм), мА;

$K_n$  – номинальное значение коэффициента преобразования, мА/мм;

$S_r$  – установленный рабочий диапазон измерения датчика, мм.

Таблица 3.

$S_i$	Зазор	мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$S_{sr}$	$I_{i\text{заз}}$	мА							
	$S_{i\text{pp}}$	мм							
	$\delta_{\text{идоп}}$	%							
	$I_{i\text{заз}}$	мА							
$S_{er}$	$S_{i\text{pp}}$	мм							
	$\delta_{\text{идоп}}$	%							
	$S_r$	мм	установленный диапазон измерения						
	$K_n$	мА/мм	номинальный коэффициент преобразования						

4.6.2 Результаты поверки считаются положительными, если максимальная величина дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной отклонением зазора между трансформатором смещения и контрольной поверхностью на  $\pm 1,5$ мм от номинального значения во всех измерениях не превышает значения  $\pm 2,5$  %.

#### 4.7 Определение абсолютной погрешности измерения смещения по электронному индикатору.

Определяем абсолютную погрешность измерения смещения по электронному индикатору ( $\Delta_i$ ) по формуле (8):

$$\Delta_i = S_{ipp} - S_i \quad (8)$$

где:  $S_{ipp}$  - показания смещения по электронному индикатору ИПС4-30;  
 $S_i$  – значение смещения по индикатору часового типа ИЧ50, мм.

Результаты расчетов заносим в таблицу 4.

Таблица 4.

$S_i$	%	0	10	20	30	40	50	60	70	75	80	90	100
$S_{ipp}$	мм												
$\Delta_i$	мм												
$S_r$	мм	x											

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерения смещения по электронному индикатору не превышает  $\pm 0,3$  мм.

## 5. Оформление результатов поверки

5.1. На датчик смещения, признанный годным, выдается свидетельство о поверке по установленной форме. На обратной стороне записывают результаты поверки.

5.2. Если по результатам поверки датчик признан непригодным к применению, на него выписывается извещение о непригодности.

5.3. Датчик, не прошедший поверку, запрещается к выпуску в обращение и применению.