

УТВЕРЖДАЮ

ОАО «НИИФИ»

Руководитель ЦИ СИ



М.Е. Горшенин

12 2014 г.

Датчик силы

НЕТ 045

Методика поверки

СДАИ.404179.030МП

н.р. 60681-15

## Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на датчик силы НЕТ 045, предназначенный для измерения сжимающих и растягивающих усилий в диапазонах: от 0 до 500 Н (НЕТ 045), от 0 до 1800 Н (НЕТ 045-01) и преобразования их в электрический сигнал.

Рекомендованный интервал между поверками 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 Контроль внешнего вида и маркировки	6.1	да	да
2 Контроль электрического сопротивления изоляции в нормальных климатических условиях	6.2	да	да
3 Контроль входного и выходного сопротивлений мостовой схемы	6.3	да	да
4 Контроль начального коэффициента преобразования (НКП)	6.4	да	да
5 Контроль рабочего коэффициента передачи (РКП) и снятие градуировочной характеристики	6.5	да	да
6 Определение основной погрешности	6.6	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

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки и его метрологические характеристики
6.1	Индикатор часового типа ИЧ-10. Диапазон измерения (0 – 10) мм, погрешность $\pm 0,01$ мм
6.2	Тераомметр электронный Е6-13А. Диапазон измеряемых сопротивлений от $10^6$ до $10^{14}$ Ом, пределы основной допускаемой погрешности измерений сопротивления $\pm 2,5\%$
6.3	Омметр цифровой Щ 34. Диапазон измеряемых сопротивлений от 1 мОм до 1 ГОм, класс точности (0,02/0,005 – 0,5/0,1).
6.4	Прибор комбинированный цифровой Щ-300. (диапазон измерений от 0,01 Ом до 1 ГОм, класс точности (0,1/0,02 – 1,5/0,5).
6.4, 6.5	Источник питания постоянного тока Б5-45. Диапазон задаваемых напряжений от 0,1 до 49,9 В, погрешность задаваемых напряжений $\pm 0,5\%$ .
6.5	Машинка силозадающая образцовая ОСМ2-2М, погрешность $\pm 0,2\%$ (вспомогательное средство) Динамометр электронный переносной АЦДР-5И-00, погрешность измерений 0,1%.

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 до 35 °C;
- 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 °C 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 датчика 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 Контроль внешнего вида и маркировки датчика проводить визуальным осмотром с использованием чертежа СДАИ.404179.030СБ. При проверке внешнего вида руководствоваться следующими требованиями

6.1.1 Внешний вид датчиков должен соответствовать требованиям чертежей.

Не допускается:

- наличие на поверхности датчика вмятин, царапин, забоин глубиной более 0,2 мм.

6.1.2 При проверке маркировки руководствоваться следующими требованиями.

На корпусе каждого датчика должно быть отчетливо выгравировано:

- НЕТ 045 (или НЕТ 045-01) – индекс датчика;
- заводской номер (шестизначное число).

Результаты поверок считать положительными, если внешний вид датчика соответствует требованиям п. 6.1.1, маркировка - требованиям п.6.1.2.

Результаты проверок записать в таблицу по форме таблицы А.1

6.2 Контроль электрического сопротивления изоляции в нормальных климатических условиях проводить тераомметром Еб-13А с испытательным напряжением  $(100 \pm 10)$  В путем измерения сопротивления между корпусом датчика и любым из контактов 1-4 вилки 2РМГ14БПН4Ш1Е2.

Электрическое сопротивление изоляции между корпусом датчика и каждым из контактов 1-4 вилки 2РМГ14БПН4Ш1Е2 должно быть не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях.

Результаты проверок записать в таблицу А.1

6.3 Контроль входного и выходного сопротивлений мостовой схемы датчика проводить прибором Щ-34:

- входное сопротивление измерять между контактами 2 и 4 вилки 2РМГ14БПН4Ш1Е2;
- выходное сопротивление измерять между контактами 1 и 3 вилки 2РМГ14БПН4Ш1Е2.

Результаты проверок записать в таблицу А.1

Входное сопротивление мостовой схемы датчика должно быть в пределах от 699 до 741 Ом.

Выходное сопротивление мостовой схемы датчика должно быть в пределах от 679 до 721 Ом.

#### 6.4 Контроль начального коэффициента передачи (НКП)

6.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

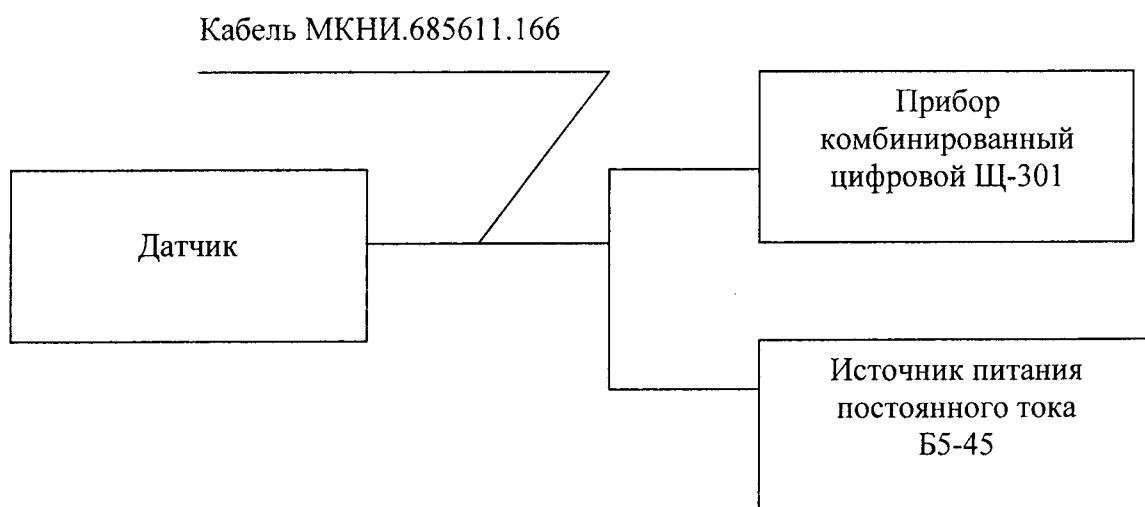


Рисунок 1 - Схема для определения выходного сигнала

6.4.2 Установить на источнике питания постоянного тока напряжение  $(9 \pm 0,9)$  В, измерить его значение до второго знака после запятой и записать в таблицу А.1;

6.4.3 Подать на датчик напряжение питания и измерить начальный выходной сигнал  $Y_o$  до третьего знака после запятой.

Результаты измерений записать в таблицу А.1.

Определить НКП,  $K_0$ , мВ/В, по формуле:

$$K_0 = \frac{Y_o}{U_{num}} , \quad (1)$$

где  $Y_o$  - начальный выходной сигнал, мВ;

$U_{num}$  - напряжение питания, при котором определялся начальный выходной сигнал, В.

Расчет НКП проводить до четвертого знака после запятой.

Значение НКП записать в таблицу А.1.

НКП должен быть в интервале от минус 0,4 до 0,4 мВ/В.

6.5 Контроль рабочего коэффициента передачи (РКП) и снятие градуировочной характеристики

6.5.1 Установить датчик на машину силозадающую ОСМ2-2М в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 2.

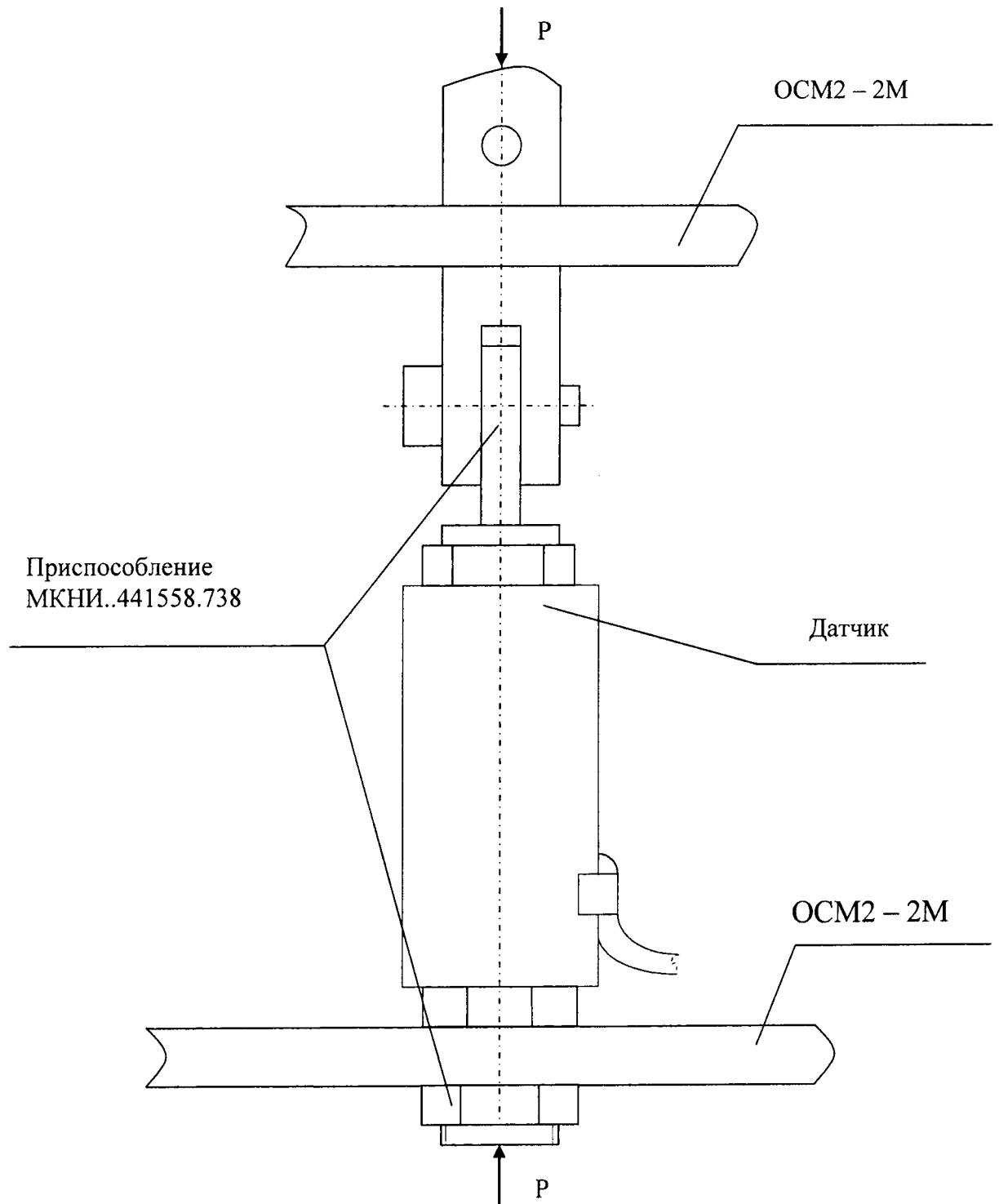


Рисунок 2 – Схема установки датчика на машину силозадающую ОСМ2-2М при приложении силы сжатия

6.5.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

6.5.3 Подать на датчик напряжение питания ( $9 \pm 0,9$ ) В и измерить его значение до второго знака после запятой ( $U_{num}$ ).

Результаты измерений записать в таблицу А.2.

6.5.4 Измерить начальный выходной сигнал  $Y_{j1}^M$  до третьего знака после запятой и записать в таблицу А.2.

6.5.5 ВНИМАНИЕ! При выполнении операций по пп. 6.5.5, 6.5.12 прикладываемую к датчику силу контролировать по образцовому датчику АЦДР-5И-00, вмонтированному в тягу машины силозадающей ОСМ2-2М.

Приложить, последовательно, силу сжатия:

- на датчик НЕТ 045: 100, 200, 300, 400, 500 Н (прямой ход); 400, 300, 200, 100 Н (обратный ход);
- на датчик НЕТ 045-01: 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 Н (прямой ход); 1600, 1400, 1200, 1000, 800, 600, 400, 200 Н (обратный ход).

При каждом приложении силы измерять выходные сигналы  $Y_{ji}^M$  (прямой ход) и  $Y_{ji}^B$  (обратный ход) до третьего знака после запятой.

Значения выходных сигналов занести в таблицу А.2.

6.5.6 Снять нагрузку. Измерить начальный выходной сигнал  $Y_{j1}^B$  и записать в таблицу А.2.

6.5.7 Операции по пп. 6.5.4 – 6.5.6 повторить дополнительно 2 раза.

6.5.8 Установить датчик на машину силозадающую ОСМ2-2М в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 3.

6.5.9 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

6.5.10 Подать на датчик напряжение питания ( $9 \pm 0,9$ ) В и измерить его значение до второго знака после запятой ( $U_{num}$ ).

Результаты измерений записать в таблицу А.3.

6.5.11 Измерить начальный выходной сигнал  $Y_{j1}^M$  до третьего знака после запятой и записать в таблицу А.3.

6.5.12 Приложить, последовательно, силу растяжения:

- на датчик НЕТ 045: 100, 200, 300, 400, 500 Н (прямой ход); 400, 300, 200, 100 Н (обратный ход);
- на датчик НЕТ 045-01: 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 Н (прямой ход); 1600, 1400, 1200, 1000, 800, 600, 400, 200 Н (обратный ход).

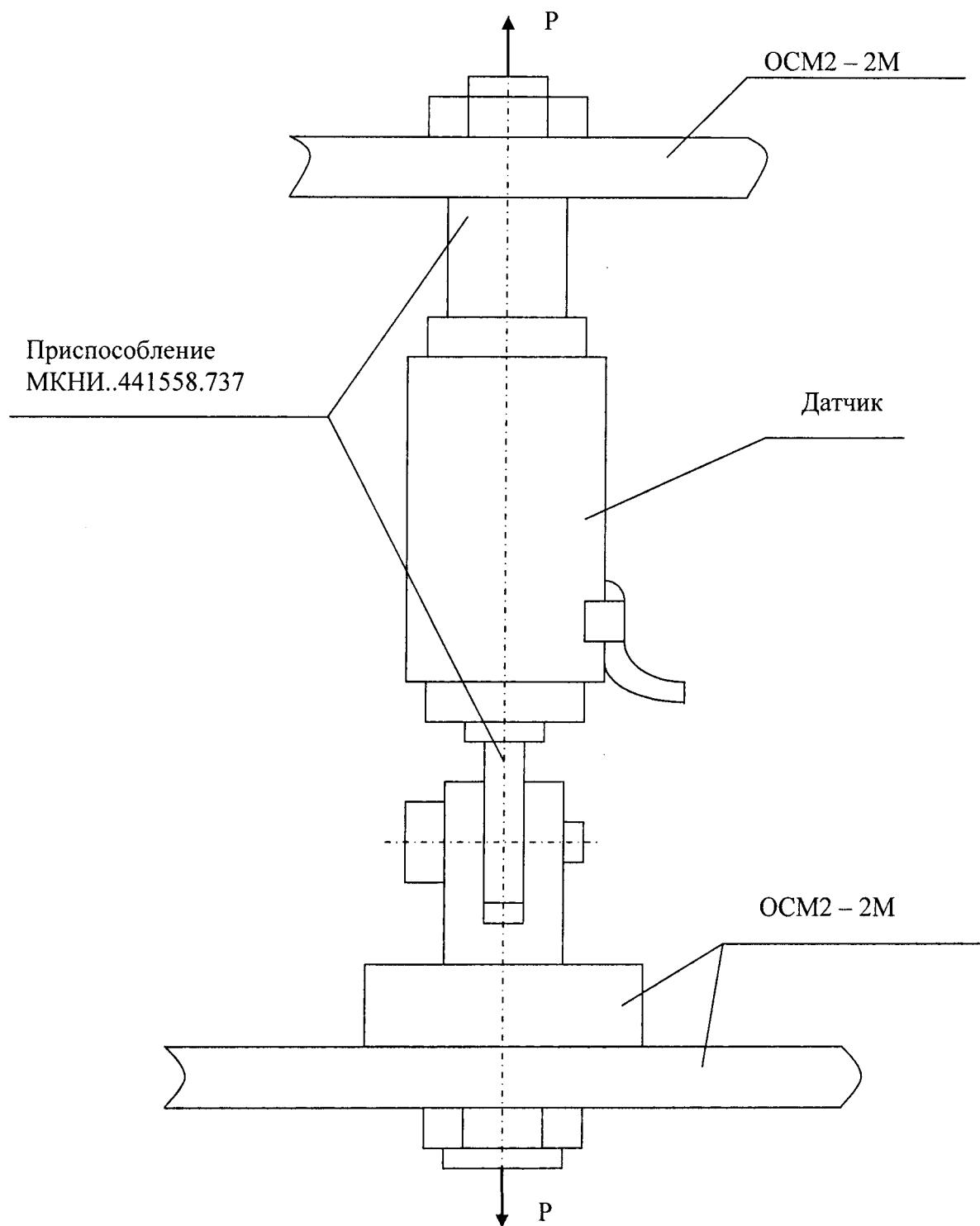


Рисунок 3 – Схема установки датчика на машину силозадающую ОСМ2-2М при приложении силы растяжения

При каждом приложении силы измерять выходные сигналы  $Y_{ji}^M$  (прямой ход) и  $Y_{ji}^B$  (обратный ход) до третьего знака после запятой.

Значения выходных сигналов занести в таблицу А.3.

6.5.13 Снять нагрузку. Измерить начальный выходной сигнал  $Y_{ji}^B$  и записать в таблицу А.2.

6.5.14 Операции по пп. 6.5.11 – 6.5.13 повторить дополнительно 2 раза.

6.5.15 Определить значение  $RKP$  от предела измерений при приложении силы сжатия и растяжения  $K_{\text{ном}}^{\text{СЖ}}$  ( $K_{\text{ном}}^{\text{PAC}}$ ), мВ/В, по формулам 2, 3.

$$K_{\text{ном}}^{\text{СЖ}} = \frac{\sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{\text{МСЖ}} - Y_{j1}^{\text{МСЖ}}) + \sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{\text{БСЖ}} - Y_{j1}^{\text{БСЖ}})}{6 \cdot U_{\text{пит}}} ; \quad (2)$$

$$K_{\text{ном}}^{\text{PAC}} = \frac{\sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{\text{МPAC}} - Y_{j1}^{\text{МPAC}}) + \sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{\text{БPAC}} - Y_{j1}^{\text{БPAC}})}{6 \cdot U_{\text{пит}}} , \quad (3)$$

где  $Y_{j1}^{\text{МСЖ}}$ ,  $Y_{j1}^{\text{МPAC}}$  - начальный выходной сигнал прямого хода градуирования при при-

ложении силы сжатия и растяжения соответственно, мВ;

$Y_{jm}^{\text{МСЖ}}$ ,  $Y_{jm}^{\text{БСЖ}}$  - выходной сигнал от номинальной силы сжатия при прямом и обратном ходе градуирования соответственно, мВ;

$Y_{jm}^{\text{МPAC}}$ ,  $Y_{jm}^{\text{БPAC}}$  - выходной сигнал от номинальной силы растяжения при прямом и обратном ходе градуирования соответственно, мВ;

$j$  - цикл нагружения ( $j = 3$ );

$m$  - номинальная ступень нагружения ( $m = 6$  - для датчика НЕТ 045;

$m = 10$  – для датчика НЕТ 045-01).

Значение  $RKP$  записать в таблицу А.1.

$RKP$  от предела измерений  $P_{\text{ном}} = 500$  Н (у датчика НЕТ 045) и  $P_{\text{ном}} = 1800$  Н (у датчика НЕТ 045-01) должен быть  $(1 \pm 0,25)$  мВ/В без учета знака.

## 6.6 Определение основной погрешности

6.6.1 Приведенное значение основной погрешности датчика  $\gamma_0$ , %, определить по ОСТ 92-4279-80, используя формулу:

$$\gamma_0 = \pm K \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \cdot \sum_{i=1}^{2n} \left( Y_{ji}^{(M,B)} - \sum_{k=0}^L a_k P_j^k \right)^2}{N^2 (2n \cdot m - L - 1)} + \sum_{\rho=1}^r \tilde{D}_{obp,\rho} \cdot 100}, \quad (4)$$

Где  $Y_{ji}^{(M,B)}$  – значения выходного сигнала в каждой  $j$ -ой точке для каждого  $i$ -го цикла градуирования; ;  
 $a_k = a_0, a_1, a_2$  – коэффициенты функции преобразования, определяемые по данным трех циклов градуирования;  
 $L = 1$  – степень полинома, в виде которого представлена функция преобразования;  
 $k$  – показатель степени входного сигнала и индекс соответствующего коэффициента в полиноме, выражающем функцию преобразования;  
 $P_j$  – значение силы сжатия (растяжения) в каждой  $j$ -ой точке градуирования, Н;  
 $m$  – количество градуировочных точек; (для датчика НЕТ 045  $m=6$ ; для датчика НЕТ 045-01  $m=10$ );  
 $n = 3$  – количество циклов градуирования;  
 $K = 1.96$  - коэффициент, зависящий от заданной вероятности оценки и закона распределения погрешности;  
 $N$  – нормирующее значение выходного сигнала, вычисленное по формулам:

для силы сжатия

$$N^{CJ} = \frac{\sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{MCJ} - Y_{j1}^{MCJ}) + \sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{BCJ} - Y_{j1}^{BCJ})}{U_{пит}}; \quad (5)$$

для силы растяжения

$$N^{PAC} = \frac{\sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{MPAC} - Y_{j1}^{MPAC}) + \sum_{j=1}^3 (Y_{jm}^{BPAC} - Y_{j1}^{BPAC})}{U_{пит}}; \quad (6)$$

$\sum_{\rho=1}^r \tilde{D}_{obp,\rho} = 1 \cdot 10^{-8}$  - суммарная приведенная дисперсия, обусловленная средствами градуировки

Полученные результаты занести в таблицу А.1.

Основная погрешность датчика должна быть не более  $\pm 0,25 \%$ .

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформить в соответствии с ПР 50.2.006.

## Приложение А

Формы таблиц для регистрации результатов поверки

Таблица А.1 – Результаты определения контролируемых параметров

Датчик НЕТ 045 зав. №

Контролируемые параметры	Значения параметров	
	Норма по ТУ	Зарегистрированное значение
Внешний вид		
Маркировка		
Электрическое сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, Мом	$\geq 100$	
Входное сопротивление мостовой схемы, Ом	$720 \pm 21$	
Выходное сопротивление мостовой схемы, Ом	$700 \pm 21$	
Начальный выходной сигнал, мВ	-	
Напряжение питания, В	от 5 до 14	
НКП, мВ/В	от минус 0,4 до 0,4	
РКП от предела измерений, мВ/В от силы сжатия от силы растяжения	(1 $\pm$ 0,25) без учета знака	
8 Основная погрешность от силы сжатия от силы растяжения	не более $\pm 0,25$	

Таблица А.2 - Градуировочная таблица (для датчика НЕТ 045)

Заводской номер датчика	Ступень нагружения, <i>i</i>	Нагрузка, <i>P<sub>i</sub></i> , Н	Выходной сигнал при приложении силы сжатия, <i>Y<sub>ii</sub><sup>M</sup></i> , <i>Y<sub>ii</sub><sup>B</sup></i> , мВ			
			I цикл		II цикл	
прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход	
1	0					
2	100					
3	200					
4	300					
5	400					
6	500					
<i>U<sub>пит</sub></i> , В						

Продолжение таблицы А.2 (для датчика НЕТ 045-01)

Заводской номер датчика	Ступень нагружения, <i>i</i>	Нагрузка, <i>P<sub>i</sub></i> , Н	Выходной сигнал при приложении силы сжатия, <i>Y<sub>ii</sub><sup>M</sup></i> , <i>Y<sub>ii</sub><sup>B</sup></i> , мВ			
			I цикл		II цикл	
прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход	
1	0					
2	200					
3	400					
4	600					
5	800					
6	1000					
7	1200					
8	1400					
9	1600					
10	1800					
<i>U<sub>пит</sub></i> , В						

Таблица А.3 - Градуировочная таблица (для датчика НЕТ 045)

Заводской номер датчика	Ступень нагружения, $i$	Нагрузка, $P_i$ , Н	Выходной сигнал при приложении силы растяжения, $Y_{ii}^M$ , $Y_{ii}^B$ , МВ		
			I цикл		II цикл
прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход
1	0				
2	100				
3	200				
4	300				
5	400				
6	500				
$U_{\text{пит}, \text{B}}$					

Продолжение таблицы А.3 (для датчика НЕТ 045-01)

Заводской номер датчика	Ступень нагружения, $i$	Нагрузка, $P_i$ , Н	Выходной сигнал при приложении силы растяжения, $Y_{ii}^M$ , $Y_{ii}^B$ , МВ		
			I цикл		II цикл
прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход	прямой ход	обратный ход
1	0				
2	200				
3	400				
4	600				
5	800				
6	1000				
7	1200				
8	1400				
9	1600				
10	1800				
$U_{\text{пит}, \text{B}}$					