

УТВЕРЖДАЮ

АО «НИИФИ»

Руководитель ЦИ СИ



М.Е. Горшенин

2015 г.

Преобразователи первичные абсолютного давления

Вм 227

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Вм 2.832.044 МП

н.р. 63962-16

СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть.....	3
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки.....	3
3 Требования безопасности.....	3
4 Условия поверки.....	4
5 Подготовка к поверке.....	4
6 Проведение поверки.....	4
7 Оформление результатов поверки.....	9
Приложение А.....	10
Приложение Б.....	12

Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на преобразователи первичные абсолютного давления Вм 227(преобразователи давления Вм 227), предназначенные для преобразования абсолютного давления в напряжение постоянного тока и служащие в комплекте с преобразователем Вм 5510 для измерения указанного давления.

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 Контроль внешнего вида, маркировки	6.1	да	да
2 Определение начального выходного сигнала, номинального выходного сигнала	6.2	да	да
3 Определение допускаемой основной приведенной погрешности	6.3	да	да
4 Определение допускаемой дополнительной приведенной погрешности от изменения температуры	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
1 Ампервольтметр универсальный Ф-30	Диапазон измерения от 2 мкВ до 350В, класс точности (0,05/0,02 – 0,15/0,05)
2 Источник питания постоянного тока Б5-8	Диапазон задаваемых напряжений от 2 до 50 В, погрешность задаваемых напряжений $\pm 3\%$
3 Манометр абсолютного давления МПА-15	Диапазон (0-400) кПа, класс точности 0,01
4 Установка для градуировки датчиков абсолютного давления Г003	Максимальная величина избыточного давления 6,5 МПа, минимальная величина абсолютного давления 0,01 мм рт.ст.
5 Камера тепла и холода МС-71	Диапазон температур от минус 80 °С до 100°С, стабильность поддержания температуры $\pm 0,5$ °С

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки с равными или более высокими техническими характеристиками.

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 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт.ст.).

4.2 Все измерения, если нет особых указаний, начинать не ранее, чем через 3 мин после включения напряжения питания датчика.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки подготовить средства поверки к работе согласно инструкции на них.

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

5.3 Перед проведением поверки следует проверить герметичность системы, состоящей из соединительных линий и образцовых приборов, давлением равным верхнему пределу измеряемого давления.

При определении герметичности систему подключить к источнику давления. Систему считать герметичной, если после 3 минут выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерения, падение давления в последующие 2 мин не наблюдается.

5.4 Средой, передающей давление поверяемым датчиком, должны служить воздух или газообразный азот очищенные от масла и механических примесей.

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

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, маркировки

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие преобразователя давления Вм 227 следующим требованиям:

- поверяемые датчики не должны иметь повреждений, препятствующих их дальнейшему применению;

- на поверхности датчика не должно быть вмятин, царапин, забоин, отслоений покрытий и других дефектов за исключением царапин и вмятин глубиной не более 0,4 мм от ключа на плоскостях гайки датчика, наличие следов поверки твердости, потемнения (некоррозионного характера) наружной поверхности датчика, волнообразный, чешуйчатый характер сварных швов;

- маркировка датчика должна соответствовать данным, указанным в формуляре на датчик;

- при периодической поверке датчик должен иметь формуляр.

6.2 Определение начального выходного сигнала, номинального выходного сигнала

6.2.1 Начальный выходной сигнал датчика определить согласно схеме соединений в соответствии с рисунком А1.

6.2.2 Подать напряжение питания ($6 \pm 0,12$) В и выдержать преобразователь давления при включенном напряжении питания не менее 3 мин.

6.2.3 Подать в приемную полость преобразователя давления давление, равное нижнему пределу диапазона измерения и зафиксировать начальный выходной сигнал U_{0i} ;

6.2.4 Подать в приемную полость преобразователя давления давление, равное верхнему пределу диапазона измерения и зафиксировать выходной сигнал U_{ki} .

6.2.5 Провести операции по пп.6.2.3, 6.2.4) пять раз.

6.2.6 Определить среднее значение начального выходного сигнала по формуле и записать в таблицу, выполненную по форме таблицы Б1.

$$U_0 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 U_{0i} ,$$

где U_0 - среднее значение начального выходного сигнала, мВ;

6.2.7 Определить среднее значение номинального выходного сигнала по формуле и записать в таблицу, выполненную по форме таблицы Б1.

$$U_{\text{ном}} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (U_{\text{кi}} - U_{0i}) ,$$

где $U_{\text{ном}}$ - среднее значение номинального выходного сигнала, мВ.

Среднее значение номинального выходного сигнала должно быть в пределах от 8,4 до 9,6 мВ.

6.2.6 Значение начального выходного сигнала занести U_0 в таблицу, выполненную по форме таблицы Б1.

6.2.7 Результаты считать положительными, если начальный выходной сигнал соответствует требованию п.6.2.5.

6.3 Определение предела допускаемой основной приведенной погрешности

6.3.1 Собрать схему согласно рисунку А1.

6.3.2 Подать на датчик напряжение питания $U_{\text{пит}} = (6 \pm 0,12)$ В.

6.3.3 Подать в приемную полость максимальное допустимое давление, равное 2 кгс/см².

После выдержки в течение 3 мин указанное давление снять.

6.3.4 Подать в приемную полость преобразователя давления последовательно значение давлений P_i , равные сумме нижнего предела измерений и числовых значений последовательно (0; 0,1; ... 0,9; 1,0) $P_{\text{ном}}$ – для прямого хода и (1,0; 0,9; ... 0,1; 0) $P_{\text{ном}}$ – для обратного хода .

$$P_i = P_{\text{н}} + n_i \cdot P_{\text{ном}} ,$$

где n_i - последовательные числовые значения 0; 0,1; 0,2 ... 0,9; 1,0,

соответствующие точкам градуирования, i ;

i - точки градуирования 0; 1; 2 ... 10;

$P_{\text{ном}}$ - разность между верхним и нижним пределами измерений.

$P_{\text{ном}} = P_{\text{в}} - P_{\text{н}}$. Верхний $P_{\text{в}}$ и нижний $P_{\text{н}}$ пределы измерений берутся в соответствии с таблицей 6.3;

6.3.5 Измерить выходной сигнал U_i в каждой градуировочной точке с точностью до 0,01 мВ;

6.3.6 Повторить испытания по пп. 6.3.5, 6.3.6 пять раз ($i = 1, 2 \dots 5$).

Результаты испытаний занести в таблицу, выполненную по форме таблицы Б2.

6.3.7 После окончания пяти циклов градуирования провести следующие расчеты:

- вычислить среднее значение выходного сигнала по формулам:

для прямого хода

$$\bar{U}_i = \frac{1}{5} \sum_{\ell=1}^5 U_{\ell i} ,$$

для обратного хода

$$\bar{U}'_i = \frac{1}{5} \sum_{\ell=1}^5 U'_{\ell i} ,$$

где $U_{\ell i}$, $U'_{\ell i}$ - значения выходного сигнала в i -й точке диапазона измерений

для прямого и обратного хода, мВ;

ℓ - номер цикла градуирования ($\ell = 1, 2, 3, 4, 5$);

- вычислить среднее значение выходного сигнала прямого и обратного хода градуирования по формуле

$$U_{\text{ср}i} = \frac{1}{2}(\bar{U}_i + \bar{U}'_i)$$

- определить нормированное значение коэффициента преобразования для прямого хода градуирования по формуле

$$K_r = \frac{2 \sum_{i=0}^{10} \bar{U}_i n_i - \sum_{i=0}^{10} \bar{U}_i}{2,2 \cdot P_{\text{НОМ}}}$$

- определить нормированное значение начального сигнала для прямого хода градуирования по формуле

$$b_r = \frac{0,7 \sum_{i=0}^{10} \bar{U}_i - \sum_{i=0}^{10} \bar{U}_i n_i}{2,2}$$

- определить нормированное значение коэффициента преобразования для обратного хода по формуле

$$K'_r = \frac{2 \sum_{i=0}^{10} \bar{U}'_i n_i - \sum_{i=0}^{10} \bar{U}'_i}{2,2 \cdot P_{\text{НОМ}}}$$

- определить нормированное значение начального выходного сигнала для обратного хода градуирования по формуле

$$b'_r = \frac{0,7 \sum_{i=0}^{10} \bar{U}'_i - \sum_{i=0}^{10} \bar{U}'_i n_i}{2,2}$$

- определить значение дисперсии выходного сигнала, обусловленное гистерезисом градуировочной характеристики по формуле

$$D_r = \frac{\sum_{i=0}^{10} [(K_r - K'_r) \cdot P_{\text{НОМ}} \cdot n_i + (b_r - b'_r)]^2}{132}$$

- определить приведенное значение дисперсии выходного сигнала от гистерезиса статической характеристики преобразования по формуле

$$\gamma_r^2 = \frac{D_r}{U_{\text{НОМ}}^2}$$

- определить нормированное значение начального сигнала для прямого хода ℓ -го градуировочного цикла по формуле

$$b_{r\ell} = \frac{0,7 \sum_{i=0}^{10} U_{\ell i} - \sum_{i=0}^{10} U_{\ell i} n_i}{2,2}$$

- аддитивную составляющую лабораторной дисперсии определить по формуле

$$D_{\text{ОЛ}} = \sum_{\ell=1}^5 \frac{(b_{r\ell} - M_{b_r})^2}{4},$$

где $M_{\text{вг}} = \frac{\sum_{\ell=1}^5 b_{\text{г}\ell}}{5}$ - математическое ожидание начального выходного сигнала;

- определить приведенное значение аддитивной составляющей лабораторной дисперсии по формуле

$$\gamma_{\text{ол}}^2 = \frac{D_{\text{ол}}}{U_{\text{ном}}^2}$$

- определить нормированное значение коэффициента преобразования для прямого хода ℓ -го градуировочного цикла по формуле

$$K_{\text{г}\ell} = \frac{2 \sum_{i=0}^{10} U_{\ell i} \cdot n_i - \sum_{i=0}^{10} U_{\ell i}}{2,2 \cdot P_{\text{ном}}}$$

- определить относительную мультипликативную составляющую лабораторной дисперсии по формуле

$$\gamma_{\text{кл}}^2 = \frac{\sum_{\ell=1}^5 (K_{\text{к}\ell} - M_{\text{кг}})^2}{4(M_{\text{кг}})^2},$$

где $M_{\text{кг}} = \frac{1}{5} \sum_{\ell=1}^5 K_{\text{г}\ell}$ - математическое ожидание коэффициента преобразования, полученное на основе градуировочных данных;

- определить дисперсию выходного сигнала, обусловленную средствами градуировки, на основе предельной погрешности $\gamma_{\text{пред.}\rho}$, заданной в технической документации на ρ -ое средство градуировки по формуле

$$\gamma_{\text{г}\rho}^2 = \frac{\gamma_{\text{пред.}\rho}^2}{9}$$

- общую дисперсию выходного сигнала, обусловленную средствами градуировки, определить по формуле

$$\gamma_{\text{сг}}^2 = \sum_{\rho=1}^{N_{\text{с}}} \gamma_{\text{г}\rho}^2,$$

где $N_{\text{с}}$ - число градуировочных средств;

- основную приведенную погрешность определить по формуле

$$\gamma = 3 \sqrt{\gamma_{\text{г}}^2 + \gamma_{\text{ол}}^2 + \gamma_{\text{кл}}^2 + \gamma_{\text{сг}}^2} \cdot 100,$$

где γ - основная приведенная погрешность, %.

6.3.8 Основная приведенная погрешность (γ) преобразователей должна находиться в пределах $\pm 0,8$ %.

6.4 Определение предела допускаемой дополнительной приведенной погрешности от изменения температуры

6.4.1 Собрать схему, изображенную на рисунке А2.

6.4.2 Подать на датчик напряжение питания $U_{\text{пит}} = (6 \pm 0,12)$ В.

6.4.3 Поместить преобразователь давления в термощкаф с температурой минус (50 ± 3) °С и выдержать при указанной температуре не менее 40 мин;

6.4.4 подать в приемную полость преобразователя давления последовательно значения давлений P_i , равные сумме нижнего предела измерений и числовых значений последовательно (0; 0,1 ... 0,9; 1,0) $P_{ном}$ - прямой ход;

6.4.5 Измерить выходной сигнал U_{tj} в каждой градуировочной точке с точностью до 0,01 мВ;

6.4.6 Провести аналогично пп.4.13 в), 4.13 г), 4.13 д) градуировку прямого хода при каждом из фиксированных значений температуры X_{tj} (минус 21; 8; 37; 65) ± 3 °С;

Результаты испытаний занести в таблицу по форме таблицы Б.2.

6.4.7 Определить нормированное значение начального сигнала преобразователя давления при X_{tj} значении температуры по формуле

$$b_{rtj} = \frac{0,7 \sum_{i=0}^{10} U_{tji} - \sum_{i=0}^{10} U_{tji} n_i}{2,2},$$

где U_{tji} - значение выходного сигнала при i -ом значении входного сигнала и j -ом значении температуры X_{tj} ;

6.4.8 Определить аддитивную чувствительность преобразователя давления к температуре на интервале ($X_{tj} - X_{t0}$) по формуле

$$S_{otj} = \frac{b_{rtj} - b_{rt0}}{X_{tj} - X_{t0}},$$

где b_{rtj} - нормированное значение начального сигнала преобразователя давления при j -м значении температуры X_{tj} ;

b_{t0} - нормированное значение начального сигнала преобразователя давления при температуре $X_{t0} = \text{минус } 50$ °С;

6.4.9 Определить среднюю аддитивную, среднюю приведенную аддитивную чувствительности преобразователя давления к температуре по формулам соответственно

$$\bar{S}_{ot} = \frac{\sum_{j=1}^4 S_{otj}}{4},$$

$$S_{ot} = \frac{\bar{S}_{ot}}{U_{ном}}$$

где \bar{S}_{ot} - средняя аддитивная чувствительность, мВ/°С;

S_{ot} - средняя приведенная аддитивная чувствительность, 1/°С;

$U_{ном}$ - среднее значение номинального выходного сигнала, мВ.

6.4.10 Определить нормированное значение коэффициента преобразования преобразователя давления для каждого фиксированного значения температуры по формуле

$$K_{rtj} = \frac{2 \sum_{i=0}^{10} U_{tji} n_i - \sum_{i=0}^{10} U_{tji}}{2,2 \cdot P_{ном}}$$

6.4.11 Определить среднюю мультипликативную и среднюю приведенную мультипликативную чувствительность преобразователя давления к температуре по формулам соответственно

$$\bar{S}_{kt} = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 \frac{K_{rtj} - K_{rt0}}{X_{tj} - X_{t0}},$$

$$S_{kt} = \frac{\bar{S}_{kt}}{K_{rt0}},$$

где \bar{S}_{kt} - средняя мультипликативная чувствительность, мВ/Па·°С;

S_{kt} - средняя приведенная мультипликативная чувствительность, 1/°С;

K_{rtj} - значение коэффициента преобразования преобразователя давления при j-ом значении температуры X_{tj} ;

K_{rt0} - значение коэффициента преобразования преобразователя давления при температуре $X_{t0} = \text{минус } 50 \text{ } ^\circ\text{C}$;

6.4.12 Определить приведенное значение аддитивной составляющей дисперсии выходного сигнала от воздействия температуры по формуле

$$\gamma_{ot}^2 = S_{ot}^2 \cdot D_t,$$

где D_t - дисперсия температуры определяется по формуле

$$D_t = \frac{(X_{tB} - X_{tH})^2}{12},$$

где X_{tB} , X_{tH} - верхняя и нижняя граница диапазона температур соответственно.

При изменении температуры на 10 °С $(X_{tB} - X_{tH}) = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$;

6.4.13 Определить относительную мультипликативную составляющую дисперсии выходного сигнала от воздействия температуры по формуле

$$\gamma_{kt}^2 = S_{kt}^2 \cdot D_t$$

6.4.14 Определить приведенное значение составляющей дисперсии выходного сигнала, обусловленное взаимной корреляцией аддитивной и мультипликативной составляющих дисперсии от воздействия температуры по формуле

$$\gamma_{окт}^2 = 2 \cdot S_{ot} \cdot S_{kt} \cdot D_t$$

6.4.15 Определить дополнительную приведенную погрешность от изменения температуры на 10 °С по формуле

$$\gamma_t = \sqrt{\gamma_{ot}^2 + \gamma_{kt}^2 + \gamma_{окт}^2} \cdot 100,$$

где γ_t - дополнительная приведенная погрешность от изменения температуры, %/10 °С.

Числовое значение дополнительной приведенной погрешности γ_t записать в таблицу БЗ.

Числовое значение дополнительной приведенной погрешности от изменения температуры должно быть в пределах $\pm 0,5\%/10^\circ\text{C}$.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформить в соответствии с Приказом Министерства 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».

Приложение А

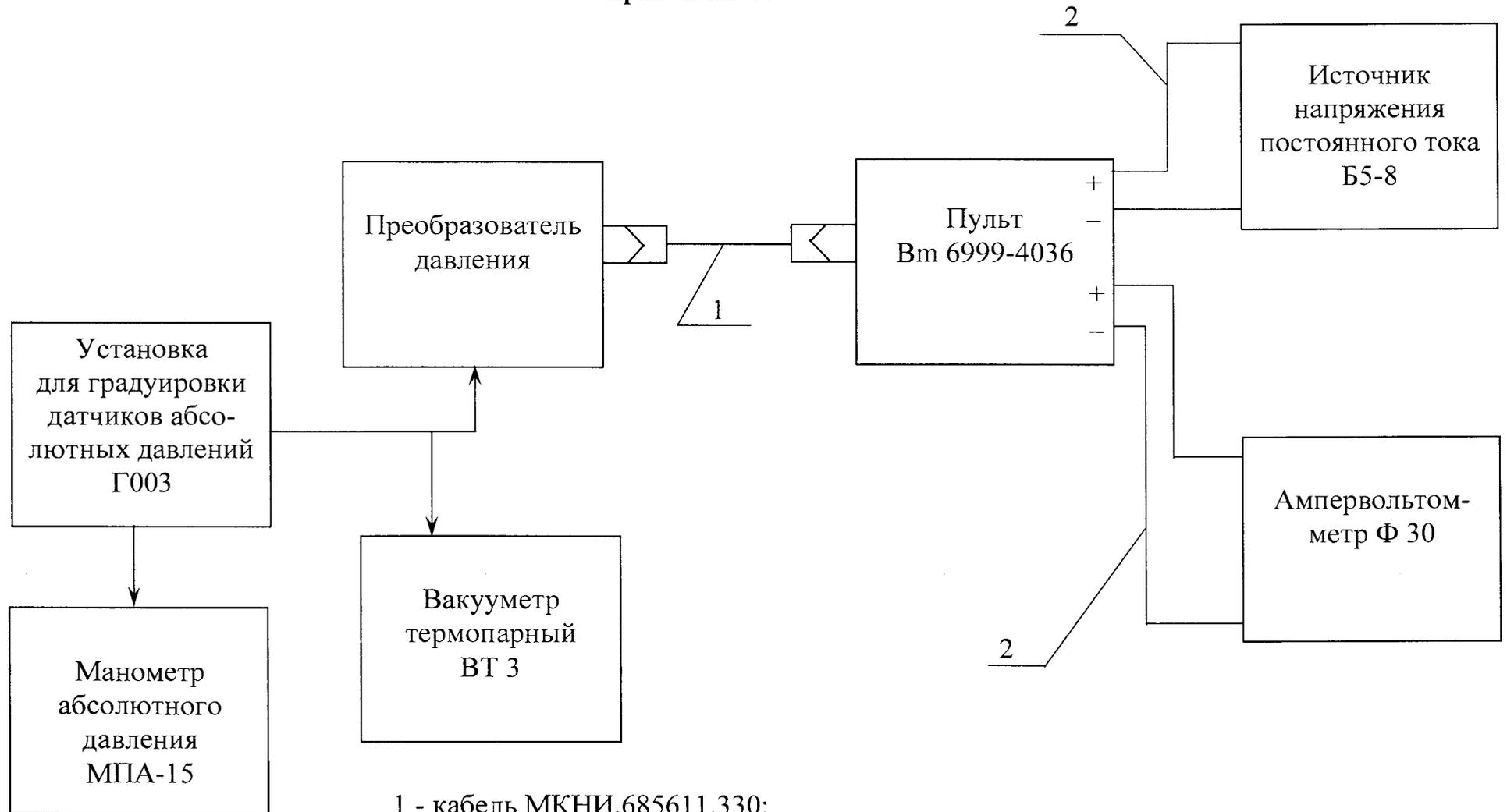


Рисунок А1 – Структурная схема градуировки преобразователя давления Вм 227

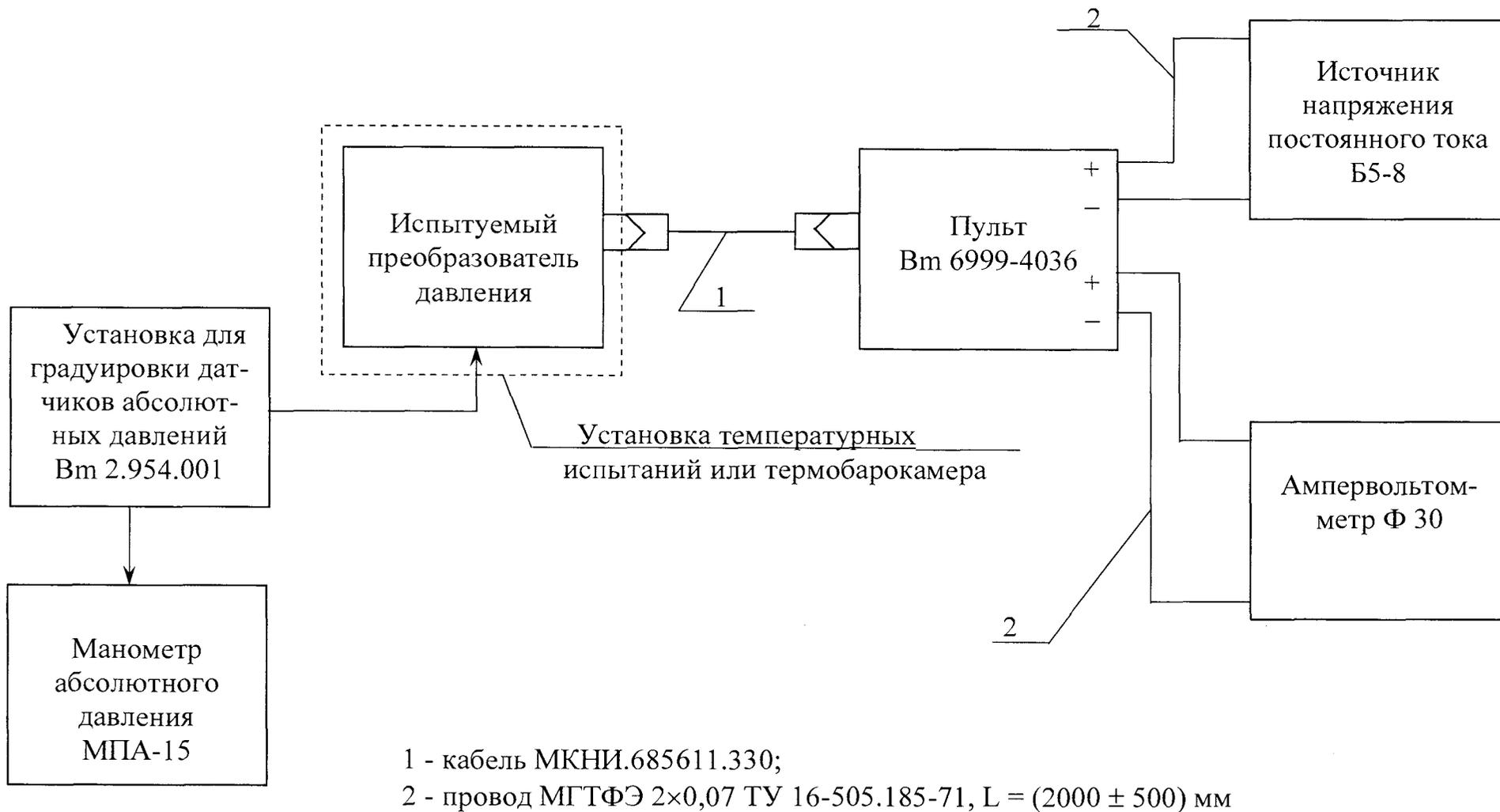


Рисунок А2 – Структурная схема определения температурной погрешности

Приложение Б

Таблица Б1 – Результаты определения начального выходного сигнала и номинального выходного сигнала

Контролируемый параметр	Норма по ТУ	Фактическое значение		
		Заводской номер		
Начальный выходной сигнал U_0 , мВ/В	от 0,42 до 0,48			
Номинальный выходной сигнал $U_{ном}$, мВ/В	от 8,4 до 9,6			

Таблица Б2 – Таблица для регистрации результатов испытаний для определения допустимой основной приведенной погрешности Датчик №

Точки градуирования, i	Входной сигнал, P_i , мм рт.ст.	Выходной сигнал, U_{il}^M и U_{il}^B , мВ									
		1 цикл		2 цикл		3 цикл		4 цикл		5 цикл	
		U_{i1}^M	U_{i1}^B	U_{i2}^M	U_{i2}^B	U_{i3}^M	U_{i3}^B	U_{i4}^M	U_{i4}^B	U_{i5}^M	U_{i5}^B
0	P_H										
1	$P_H + 0,1 P_{ном}$										
2	$P_H + 0,2 P_{ном}$										
3	$P_H + 0,3 P_{ном}$										
4	$P_H + 0,4 P_{ном}$										
5	$P_H + 0,5 P_{ном}$										
6	$P_H + 0,6 P_{ном}$										
7	$P_H + 0,7 P_{ном}$										
8	$P_H + 0,8 P_{ном}$										
9	$P_H + 0,9 P_{ном}$										
10	$P_H + 1,0 P_{ном}$										

Таблица Б3– Таблица для регистрации результатов испытаний для определения допускаемой дополнительной приведенной погрешности от изменения температуры

Датчик №

Точки градуирования, i	Входной сигнал, P_i , мм рт.ст.	Выходной сигнал, $U_{ti\ell}$, мВ				
		при t_1 =минус 50°C	при t_2 =минус 21°C	при t_3 =+8°C	при t_4 =+37°C	при t_5 =+65°C
0	P_H					
1	$P_H + 0,1 P_{НОМ}$					
2	$P_H + 0,2 P_{НОМ}$					
3	$P_H + 0,3 P_{НОМ}$					
4	$P_H + 0,4 P_{НОМ}$					
5	$P_H + 0,5 P_{НОМ}$					
6	$P_H + 0,6 P_{НОМ}$					
7	$P_H + 0,7 P_{НОМ}$					
8	$P_H + 0,8 P_{НОМ}$					
9	$P_H + 0,9 P_{НОМ}$					
10	$P_H + 1,0 P_{НОМ}$					