

УТВЕРЖДАЮ
Начальник 32 ГНИИ МО РФ
В.Н.Хрименков
" 4 " 09 2002 г.



ДАТЧИК БЫСТРОПЕРЕМЕННЫХ
ДАВЛЕНИЙ
ЛХ-611АМ
Методика поверки
ЛХ 2.839.022 МП

СОГЛАСОВАНО
ВРИО начальника
2452 ВПМО РФ
Ю.Н.Вдовин
" 08 " 08 2001 г.



Заместитель генерального
директора по качеству -
Главный метролог НИИФИ
В.П.Каршаков
" 7 " 08 2001 г.



Содержание

Вводная часть.....	3
1. Операции поверки.....	3
2. Средства поверки.....	4
3. Требования безопасности.....	9
4. Условия поверки.....	9
5. Подготовка к поверке.....	9
6. Проведение поверки.....	9
7. Обработка результатов измерений.....	22
8. Оформление результатов поверки.....	22

Вводная часть

Настоящая методика поверки распространяется на датчик быстропеременных давлений ЛХ-611АМ (в дальнейшем – датчик), предназначенный для преобразования в электрический сигнал быстропеременных давлений, устанавливает методы и средства первичной поверки.

1 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Проверка внешнего вида и маркировки.	6.1.1	да	нет
2 Проверка электрического сопротивления изоляции.	6.2.1	да	нет
3 Проверка сопротивления электрической цепи.	6.2.2	да	нет
4 Проверка емкости.	6.2.3	да	нет
5 Проверка чувствительности.	6.3.1	да	нет
6 Проверка электрического сопротивления изоляции и коэффициента изменения чувствительности от температуры.	6.3.2	да	нет
7 Проверка коэффициента изменения чувствительности от статического давления.	6.3.3	да	нет
8 Проверка основной приведенной погрешности.	6.3.4	да	нет
9 Проверка виброэквивалента.	6.3.5	да	нет

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	Наименование операции поверки	Наименование и нормативные документы на средства поверки, основные технические характеристики
1	Проверка внешнего вида и маркировки.	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Параметр шероховатости R_a от 0,006 до 25 мкм; Базовая длина от 0,08 до 8 мм. Индикатор часового типа 0,01 мм ГОСТ 577-68 Класс точности 0 и 1, пределы измерений от 0 до 10 мм.
2	Проверка электрического сопротивления изоляции.	Тераомметр электронный Е6-13А ЯБ2.722.014 ТУ Диапазон измеряемых сопротивлений от 10 до 10^{14} Ом; Основная погрешность прибора не превышает $\pm 2,5\%$
3	Проверка сопротивления электрической цепи.	Мост универсальный Е7-4 ЕХ2.729.009 ТУ Погрешность изменения на частоте 1000 Гц не более 2%.
4	Проверка емкости.	Мост универсальный Е7-4 ЕХ2.729.009 ТУ Погрешность изменения на частоте 1000 Гц не более 2%.
5	Проверка чувствительности.	Манометр образцовый ГОСТ 6521-72 Предел измерения давления до $1000 \cdot 10^5$ Па (1000 кгс/см^2); Основная погрешность 1%. Манометр грузопоршневой МП 600 ГОСТ 8291-83 Предел измерения давления до $600 \cdot 10^5$ Па (2500 кгс/см^2); Основная погрешность 0,05%. Магазин емкости Р 544 ТУ КСНХ-Б-131-61 Рабочий диапазон частот 40-2000-10000 Гц; Пределы измерения емкости от 110 пФ до 1,111 мкФ.

Продолжение таблицы 2

Номер пункта	Наименование операции поверки	Наименование и нормативные документы на средства поверки, основные технические характеристики
		<p>Милливольтметр ВЗ-33 ЯБ2.710.027 ТУ Входное сопротивление на частоте 1кГц не менее 2МОм; Основная погрешность в диапазоне частот от 55 до 10000 Гц в пределах $\pm 1,5\%$, от 10 до 55 Гц в пределах $\pm 2,5\%$.</p> <p>Датчик контрольный ЛХ-619 ЛХ-619 ТУ Рабочий диапазон статических давлений (10-630) 10^5 Па (10-630 кгс/см²); Чувствительность $(15 \pm 3) \cdot 10^{-5}$ мВ/Па (15 ± 3) мВ/кгс/см²; Погрешность – 3 %.</p> <p>Пульсатор Вт 4302 Вт2.702.012 ТУ Диапазон амплитуд быстропеременных давлений (0,5-56) 10^5 Па (0,5-56 кгс/см²); Частотный диапазон быстропеременных давлений (120\pm50) Гц; Диапазон статических давлений (10-1250) 10^5 Па (10-1250 кгс/см²).</p> <p>Осциллограф универсальный низкочастотный С1-65А ТГ2.044.005 ТУ Рабочий диапазон частот от 0,06 Гц до 1МГц; Погрешность измерения амплитуд синусоидальных сигналов в пределах $\pm 12\%$.</p> <p>Вибростенд УВЭ 5/10000 ЖГ М1.160.009 ТУ Диапазон рабочих частот от 10 Гц и выше; Грузоподъемность не менее 15 кг; Нелинейные искажения не более 10%.</p>
6	Проверка сопротивления изоляции и коэффициента изменения чувствительности от температуры	<p>Источник сжатого воздуха ГОСТ 943-73 Баллон 150 л. для воздуха или азота.</p> <p>Осциллограф универсальный низкочастотный С1-65А ТГ2.044.005 ТУ Рабочий диапазон частот от 0,06 Гц до 1МГц; Погрешность измерения амплитуд синусоидальных сигналов в пределах $\pm 12\%$.</p>

Продолжение таблицы 2

Номер пункта	Наименование операции поверки	Наименование и нормативные документы на средства поверки, основные технические характеристики
		<p>Пульсатор ЛХ-53П ЛХ-53П ТУ Амплитуда быстропеременных давлений от $1,4 \cdot 10^5$ Па ($1,4 \text{ кгс/см}^2$); Частотный диапазон быстропеременных давлений от 3 до 40 Гц; Рабочая среда – воздух.</p> <p>Милливольтметр ВЗ-33 ЯЫ2.710.027 ТУ Входное сопротивление на частоте 1кГц не менее 2МОм; Основная погрешность в диапазоне частот от 55 до 10000 Гц в пределах $\pm 1,5 \%$, от 10 до 55 Гц в пределах $\pm 2,5\%$.</p> <p>Магазин емкости Р 544 ТУ КСНХ-Б-131-61 Рабочий диапазон частот 40-2000-10000 Гц; Пределы измерения емкости от 110 пФ до 1,111 мкФ.</p> <p>Установка температурных испытаний Вт2.828.003 Вт2.828.003 ТУ Максимальная рабочая температура от минус 196 до $+600^\circ\text{C}$; Ресурс работы не менее 500 ч.</p>
7	Проверка коэффициента изменения чувствительности от статического давления.	<p>Манометр образцовый ГОСТ 6521-72 Предел измерения давления до $1000 \cdot 10^5$ Па (1000 кгс/см^2); Основная погрешность 1%.</p> <p>Манометр грузопоршневой МП 600 ГОСТ 8291-83 Предел измерения давления до $600 \cdot 10^5$ Па (600 кгс/см^2); Основная погрешность 0,05%.</p> <p>Магазин емкости Р 544 ТУ КСНХ-Б-131-61 Рабочий диапазон частот 40-2000-10000 Гц; Пределы измерения емкости от 110 пФ до 1,111 мкФ.</p> <p>Милливольтметр ВЗ-33 ЯЫ2.710.027 ТУ Входное сопротивление на частоте 1кГц не менее 2МОм;</p>

Продолжение таблицы 2

Номер пункта	Наименование операции поверки	Наименование и нормативные документы на средства поверки, основные технические характеристики
		<p>Основная погрешность в диапазоне частот от 55 до 10000 Гц в пределах $\pm 1,5\%$, от 10 до 55 Гц в пределах $\pm 2,5\%$.</p> <p>Датчик контрольный ЛХ-619 ЛХ-619 ТУ Рабочий диапазон статических давлений $(10-630) \cdot 10^5$ Па $(10-630 \text{ кгс/см}^2)$; Чувствительность $(15 \pm 3) \cdot 10^{-5}$ мВ/Па $(15 \pm 3) \text{ мВ/кгс/см}^2$; Погрешность – 3 %.</p> <p>Пульсатор Вт 4302 Вт2.702.012 ТУ Диапазон амплитуд быстропеременных давлений $(0,5-56) \cdot 10^5$ Па $(0,5-56 \text{ кгс/см}^2)$; Частотный диапазон быстропеременных давлений (120 ± 50) Гц; Диапазон статических давлений $(10-1250) \cdot 10^5$ Па $(10-1250 \text{ кгс/см}^2)$.</p> <p>Осциллограф универсальный низкочастотный С1-65А ТТ2.044.005 ТУ Рабочий диапазон частот от 0,06 Гц до 1 МГц; Погрешность измерения амплитуд синусоидальных сигналов в пределах $\pm 12\%$.</p> <p>Вибростенд УВЭ 5/10000 ЖГ М1.160.009 ТУ Диапазон рабочих частот от 10 Гц и выше; Грузоподъемность не менее 15 кг; Нелинейные искажения не более 10%.</p>
8	Проверка виброэквивалента.	<p>Акселерометр АВС 034 БЫ2.781.034 ТУ Чувствительность не менее $0,9 \text{ мВс}^2/\text{м}$; Диапазон рабочих частот 20-20000 Гц; Погрешность по чувствительности не более $\pm 5\%$.</p> <p>Милливольтметр ВЗ-33 ЯЫ2.710.027 ТУ Входное сопротивление на частоте 1кГц не менее 2 МОм; Основная погрешность в диапазоне частот от 55 до 10000 Гц в пределах $\pm 1,5\%$, от 10 до 55 Гц в пределах $\pm 2,5\%$.</p>

Продолжение таблицы 2

Номер пункта	Наименование операции поверки	Наименование и нормативные документы на средства поверки, основные технические характеристики
		<p>Вибростенд УВЭ 5/10000 ЖГ М1.160.009 ТУ Диапазон рабочих частот от 10 Гц и выше; Грузоподъемность не менее 15 кг; Нелинейные искажения не более 10%.</p> <p>Осциллограф универсальный низкочастотный С1-65А ТГ2.044.005 ТУ Рабочий диапазон частот от 0,06 Гц до 1МГц; Погрешность измерения амплитуд синусоидальных сигналов в пределах $\pm 12\%$.</p> <p>Магазин емкости Р 544 ТУ КСНХ-Б-131-61 Рабочий диапазон частот 40-2000-10000 Гц; Пределы измерения емкости от 110 пФ до 1,111 мкФ.</p>

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

2.3 При выборе средств поверки датчика ЛХ-611АМ должно выполняться условие

$$\gamma_{\text{сп}} \leq c \cdot \gamma,$$

где $\gamma_{\text{сп}}$ - суммарная погрешность средств поверки, включающая:

- погрешность средств контроля входного параметра (быстро-переменного давления);
- погрешность средств контроля выходного сигнала (напряжения);

$c = 0,25$ - коэффициент;

γ - предел допускаемой основной погрешности датчика.

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 630 до 800 мм рт.ст.).

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки подготавливают 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 проверяют герметичность системы, состоящей из соединительных линий и образцовых приборов, давлением равным верхнему пределу измеряемого давления.

При определении герметичности систему подключают 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.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверка внешнего вида и маркировки

Проверку внешнего вида и маркировки проводят визуальным осмотром и при помощи мерительного инструмента на соответствие требованиям конструкторской документации. Поверяемые датчики не должны иметь повреждений, пре-

пятствующих их дальнейшему применению. При проверке внешнего вида – не допускается:

- царапин и вмятин глубиной не более 0,4 мм на плоскостях шестигранника датчика при проверке индикатором часового типа;
- наличие на наружной поверхности мембраны датчика отдельных мелких дефектов любой формы, глубина залегания которых превышает 0,02 мм, при проверке по образцам шероховатости;
- трещины на трубке кабеля при визуальном осмотре.

Маркировка датчика должна соответствовать данным, указанным в формуляре на датчик.

6.2 Опробование

6.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции.

Электрическое сопротивление изоляции измеряют прибором Е6-13А при измерительном напряжении не более (10 ± 1) В между штырями 3-4 разъема, а также между корпусом датчика и штырем 3 разъема. Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее $1 \cdot 10^8$ Ом.

6.2.2 Проверка сопротивления электрической цепи.

Сопротивление электрической цепи измеряют прибором Е7-4 между штырем 4 разъема и корпусом датчика. Сопротивление электрической цепи должно быть не более 5 Ом.

6.2.3 Проверка емкости.

Емкость датчика между штырями 3 и 4 разъема измеряют прибором Е7-4. Емкость должна быть не менее 120 пФ и не более 1000 пФ.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Проверка чувствительности.

Проверку чувствительности датчика при статическом давлении $P_{ст}$, равном $315 \cdot 10^5$ Па (315 кгс/см^2), емкостной нагрузке 4700 пФ и частоте быстропе-

ременного давления (120 ± 50) Гц, проводят по схеме рис. 1 в следующей последовательности:

а) собирают схему (рисунок 1):

- вворачивают испытуемый датчик в посадочное гнездо пульсатора Вт 4302 с моментом затяжки $70_{-2,5}^{+5}$ Нм ($70_{-0,25}^{+0,25}$ кгс м);
- контрольный датчик ЛХ-619 и испытуемый датчик подключают к милливольтметрам ВЗ-33;



Рисунок 1 – Схема определения чувствительности

б) подготавливают аппаратуру к работе согласно соответствующим инструкциям по эксплуатации;

в) устанавливают нагрузочную емкость на магазине емкости Р 544, равную 4700 пФ, уменьшенную на величину емкости присоединительного кабеля, входной емкости милливольтметра и начальной емкости магазина емкости;

г) рассчитывают выходное напряжение с контрольного датчика ЛХ-619 по формуле:

$$U_{\text{вых.315}} = \frac{\delta_{k.315} \cdot \Delta P_i}{1,41}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых.315}}$ – выходное напряжение контрольного датчика ЛХ-619, мВ;

$\delta_{k.315}$ – чувствительность контрольного датчика ЛХ-619, приведенная в формуляре при статическом давлении $P_{\text{ст}} = 315 \cdot 10^5$ Па (315 кгс/см^2);

ΔP_i – быстропеременное давление, равное (5; 15; 30; 45; 56) 10^5 Па (5; 15; 30; 45; 56 кгс/см^2);

1,41 – коэффициент перевода амплитудного значения выходного напряжения в эффективное;

д) задают статическое значение $P_{\text{ст}}$ в пульсаторе Вт 4302, равное $315 \cdot 10^5$ Па (315 кгс/см^2), прессом грузопоршневого манометра МП-600; контроль давления осуществляют с помощью образцового манометра;

е) устанавливают быстропеременное давление в пульсаторе, равное $\Delta P = 5 \cdot 10^5$ Па (5 кгс/см^2), по показанию милливольтметра, подключенного к контрольному датчику ЛХ-619, путем плавного увеличения амплитуды колебаний стола вибростенда. Форма сигнала должна быть синусоидальной. Контроль формы сигнала осуществлять визуально с помощью осциллографа С1-65А. Выходное напряжение датчика ЛХ-619 должно соответствовать п. 6.3. 1г);

ж) измеряют выходное напряжение с испытуемого датчика;

и) выполняют работы п.6.5.1е),ж) при значении быстропеременных давлений, соответствующих ряду: (15; 30; 45; 56) 10^5 Па (15; 30; 45; 56 кгс/см^2) – для прямого хода градуирования и (56; 45; 30; 15) 10^5 Па (56; 45; 30; 15 кгс/см^2) – для обратного хода градуирования.

Результаты градуирования датчика заносят в таблицу 3.

Определяют среднее значение выходного напряжения по формуле:

$$\bar{U}_i = \frac{(U_i + U_i') \cdot 1,41}{2}, \quad (2)$$

где U_i , U_i' – выходное напряжение с датчика в i -й точке диапазона измерения для прямого и обратного хода градуирования;

1,41 – коэффициент перевода эффективного значения в амплитудное.

Таблица 3 – Градуировочные данные датчика.

Номер измерения, i	Быстропеременное давление, $\Delta P_i \cdot 10^5 \text{ Па}$ (кгс/см ²)	Выходное напряжение с датчика, мВ			Чувствительность, мВ/Па		
		прямой ход U_i	обратный ход U'_i	среднее значение \bar{U}_i	для прямого хода δ_{Γ}	для обратного хода δ'_{Γ}	среднее значение $\delta_{\text{ср.315}}$
1	5						
2	15						
3	30						
4	45						
5	56						

Определяют чувствительность датчика для прямого хода градуирования по формуле:

$$\delta_{\Gamma} = \frac{n \sum_{i=1}^n (U_i \cdot \Delta P_i) - \sum_{i=1}^n U_i \cdot \sum_{i=1}^n \Delta P_i}{n \sum_{i=1}^n \Delta P_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n \Delta P_i \right)^2}, \quad (3)$$

где ΔP_i – быстропеременное давление в i -й точке, Па;

n – число участков в диапазоне измерений;

U_i – выходное напряжение для прямого хода, мВ.

Определяют чувствительность датчика для обратного хода градуирования по формуле:

$$\delta'_{\Gamma} = \frac{n \sum_{i=1}^n (U'_i \cdot \Delta P_i) - \sum_{i=1}^n U'_i \cdot \sum_{i=1}^n \Delta P_i}{n \sum_{i=1}^n \Delta P_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n \Delta P_i \right)^2}, \quad (4)$$

где ΔP_i – быстропеременное давление в i -й точке, Па;

n – число участков в диапазоне измерений;

U'_i – выходное напряжение для обратного хода градуирования, мВ.

Определяют среднюю чувствительность по формуле:

$$\delta_{cp.315} = \frac{(\delta_r + \delta_r') \cdot 1,41}{2}, \quad (5)$$

где 1,41 – коэффициент перевода эффективного значения выходного напряжения в амплитудное.

Чувствительность датчика должна быть не менее $20 \cdot 10^{-5}$ мВ/Па (20 мВ/кгс/см^2).

6.3.2 Проверка электрического сопротивления изоляции и коэффициента изменения чувствительности от температур.

6.3.2.1 Проверку сопротивления изоляции и коэффициента изменения чувствительности в диапазоне температур от 25 до 200°C производят в следующей последовательности:

- а) собирают схему (рисунок 2)
 - испытуемый датчик устанавливают в посадочное гнездо термостата установки температурных испытаний Вт2.828.003;
 - испытуемый датчик подключают к милливольтметру ВЗ-33;
- б) подготавливают аппаратуру к работе согласно соответствующим инструкциям по эксплуатации;

Примечание. Частота переменного давления в пульсаторе ЛХ-53П должна быть $(47 \pm 3) \text{ Гц}$;

в) устанавливают нагрузочную емкость на магазине емкости Р 544, равную 4700 пФ, уменьшенную на величину емкости присоединительного кабеля, входной емкости милливольтметра ВЗ-33 и начальной емкости магазина емкости;

- г) приступают к измерениям:
 - редуктором пульсатора ЛХ-53П задают по манометру давление $P_{ст} = 30 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (30 кгс/см^2);
 - включают электродвигатель пульсатора и снимают показания с милливольтметра, форма сигнала должна быть синусоидальной. Контроль формы сигнала осуществляют визуально с помощью осциллографа С1-65А;

- выключают электродвигатель пульсатора, включают термостат и повышают температуру в посадочном гнезде до 50°C , согласно Вт2.828.003 ПС;
- включают электродвигатель пульсатора и снимают показания с милливольтметра ВЗ-33;
- определяют значения выходных напряжений с датчика при температурах 100, 150, 200°C ;
- определяют сопротивление изоляции прибором Е6-13А согласно п.6.2 при температуре 200°C ;



Рисунок 2 – Схема определения сопротивления изоляции и коэффициента изменения чувствительности от температуры в диапазоне температур от 25 до 200°C .

д) подсчет коэффициентов изменения чувствительности K_{Tj} , учитывающих изменение чувствительности от температуры в точках $50, 100, 150, 200^{\circ}\text{C}$ производят по формуле:

$$K_{Tj} = \frac{U_{Tj}}{U_{T0}}, \quad (6)$$

где K_{Tj} – коэффициент изменения чувствительности при j -й температуре;

U_{Tj} – значение выходного напряжения при j -х значениях температуры;

U_{T0} – значение выходного напряжения при температуре 25°C .

Коэффициенты изменения чувствительности от температуры для точек 50, 100, 150, 200⁰С должны быть в пределах от 0,5 до 1,5.

Сопротивление изоляции при температуре 200⁰С должно быть менее $1 \cdot 10^6$ Ом.

6.3.2.2 Проверку сопротивления изоляции, коэффициента изменения чувствительности проводят по методике, изложенной в п.6.3.2.1 при температурах минус 70 и минус 196⁰С согласно п.8.3 Вг2.828.003 ПС. Сопротивление изоляции определяют прибором Е6-13А согласно п.6.2 при температуре минус 196⁰С.

Примечание. Уровень жидкого энергена на должен быть выше поверхности шестигранника. Выдержка датчика при температурах минус 70 и минус 196 не менее 30 мин.

Сопротивление изоляции при температуре минус 196⁰С должно быть менее $1 \cdot 10^8$ Ом.

6.3.3 Проверка коэффициента изменения чувствительности от статического давления.

Проверку коэффициента изменения чувствительности датчика от статического давления проводят по схеме (рисунок 1) в следующей последовательности:

- а) выполняют работы по п.6.3.1а, б, в;
- б) рассчитывают выходное напряжение с контрольного датчика ЛХ-619 по формуле:

$$U_{\text{вых.к}_i} = \frac{\delta_{ki} \cdot \Delta P}{1,41}, \quad (7)$$

где $U_{\text{вых.к}_i}$ – выходное напряжение контрольного датчика при статических давлениях, соответствующих ряду R1 (28; 40; 56; 80; 110; 160; 224; 315; 450; 630) 10^5 Па (28; 40; 56; 80; 110; 160; 224; 315; 450; 630 кгс/см²), мВ;

δ_{ki} – чувствительность контрольного датчика, приведенная в формуле при i-х значениях статического давления, мВ/Па;

ΔP_i – быстропеременное давление, равное $5 \cdot 10^5$ Па (5 кгс/см²);

в) задают статическое значение $P_{ст}$ в пульсаторе Вт 4302, равное $28 \cdot 10^5$ Па (28 кгс см^{-2}), прессом грузопоршневого манометра МП-600. Контроль давления осуществляют с помощью образцового манометра;

г) устанавливают быстропеременное давление в пульсаторе, равное $\Delta P = 5 \cdot 10^5$ Па (5 кгс см^{-2}), по показанию милливольтметра, подключенного к контрольному датчику ЛХ-619, путем плавного увеличения амплитуды колебаний стола вибростенда. Форма сигнала должна быть синусоидальной. Контроль формы сигнала осуществляют визуально с помощью осциллографа С1-65А. Выходное напряжение с датчика ЛХ-619 должно соответствовать величине, рассчитанной по формуле (7);

д) измеряют выходное напряжение с испытуемого датчика;

е) уменьшают до нуля амплитуду колебаний стола вибростенда и увеличивают статическое давление до следующего значения ряда R1;

ж) выполняют работы п.6.3.3 г),д),е) при последующих значениях статического давления ряда R1.

Результаты градуирования датчика по п.6.3.3 заносят в табл. 4.

Подсчитывают коэффициенты изменения чувствительности датчика в диапазоне статических давлений по следующей формуле:

$$K_{cti} = \frac{U_{cti}}{U_{ct}}, \quad (8)$$

где K_{cti} — коэффициент изменения чувствительности от статического давления;

U_{cti} — выходное напряжение с датчика при i -х значениях статического давления, мВ;

U_{ct} — выходное напряжение с датчика при статическом давлении, $315 \cdot 10^5$ Па (315 кгс см^{-2}), мВ.

Таблица 4

Статическое давление $P_{\text{ст}}$ Па (кгс/см ²)	$28 \cdot 10^5$ (28)	$40 \cdot 10^5$ (40)	$56 \cdot 10^5$ (56)	$80 \cdot 10^5$ (80)	$160 \cdot 10^5$ (160)	$224 \cdot 10^5$ (224)	$315 \cdot 10^5$ (315)	$450 \cdot 10^5$ (450)	$630 \cdot 10^5$ (630)	$900 \cdot 10^5$ (900)
Выходное на- пряжение с дат- чика, $U_{\text{ст}}$, мВ										
Коэффициент изменения чув- ствительности от статического давления $K_{\text{ст}}$										

Коэффициент изменения чувствительности $K_{\text{ст}}$ от статического давления должен быть от 0,8 до 1,3.

6.3.4 Проверка основной приведенной погрешности.

Определяют дисперсию аппроксимации градуировочной характеристики D_a по формуле:

$$D_a = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\delta_{\text{ср.315}} \cdot \Delta P_i - \bar{U}_i)^2, \quad (9)$$

где $\delta_{\text{ср.315}}, \Delta P_i, \bar{U}_i, n$ – средняя чувствительность, быстропеременное давление, среднее значение выходного напряжения с датчика, число измерений, соответственно взятые из таблицы 3.

Определяют дисперсию D_b , обусловленную вариацией выходного сигнала по формуле:

$$D_b = \frac{\sum_{i=1}^n [(\delta_r - \delta_r') \cdot \Delta P_i]}{12n}, \quad (10)$$

где $\delta_r, \delta_r', \Delta P_i$ – чувствительность датчика для прямого хода градуирования, чувствительность датчика для обратного хода градуирова-

ния, быстропеременное давление, соответственно взятые из табл. 3

Определяют приведенную составляющую погрешности датчика по выходу, обусловленную средствами градуирования по формуле:

$$\gamma_{обп.}^0 = \sqrt{\frac{\gamma_g^2 + \gamma_{г1}^2 + \gamma_{г2}^2 + \gamma_m^2}{9}}, \quad (11)$$

где γ_g — погрешность контрольного датчика;

$\gamma_{г1}, \gamma_{г2}$ — погрешность милливольтметров;

γ_m — погрешность магазина емкости.

Составляющая погрешности датчика по выходу, обусловленная средствами градуирования приборов, указанных на схеме рис. 1, соответствует 0,01.

Определяют основную приведенную погрешность датчика по формуле:

$$\gamma_0 = K \sqrt{\frac{D_a + D_a}{(\bar{U}_5 - \bar{U}_1)^2} + \gamma_{обп.}^0} \cdot 100, \quad (12)$$

где γ_0 — основная приведенная погрешность датчика, %;

K — коэффициент, соответствующий доверительной вероятности оценки погрешности 0,95 и нормальному закону распределения погрешности $K=1,96$;

\bar{U}_1, \bar{U}_5 — средние значения выходного напряжения с датчика, взятые из табл. 3 при $i=1$ и 5.

6.3.5 Проверка виброэквивалента

Проверку виброэквивалента проводят по схеме рис. 3 в следующей последовательности:

а) собирают схему представленную на рисунке 3:

— устанавливают приспособление МКНИ 441558.219 на столе вибростенда, устанавливают испытуемый датчик и акселерометр в приспособление так, чтобы продольные оси испытуемого датчика и акселерометра были расположены перпендикулярно плоскости стола вибростенда;

— подключают акселерометр к милливольтметру ВЗ-33;

- штырь 3 разъема датчика соединяют с гнездом 4 осциллографа, штырь 4 с клеммой \perp ;
- рассчитывают выходное напряжение с акселерометра по формуле:

$$U_{\text{э}} = \frac{\delta_{\text{э}} \cdot G_1}{1,41}, \quad (13)$$

где $U_{\text{э}}$ – эффективное значение выходного напряжения с акселерометра при заданной амплитуде ускорения, мВ;

$\delta_{\text{э}}$ – чувствительность акселерометра указанная в формуляре, мВ/м \cdot с $^{-2}$ (мВ/g);

G_1 – амплитуда виброускорения, м/с 2 .

б) подготавливают аппаратуру к работе согласно инструкциям по эксплуатации;

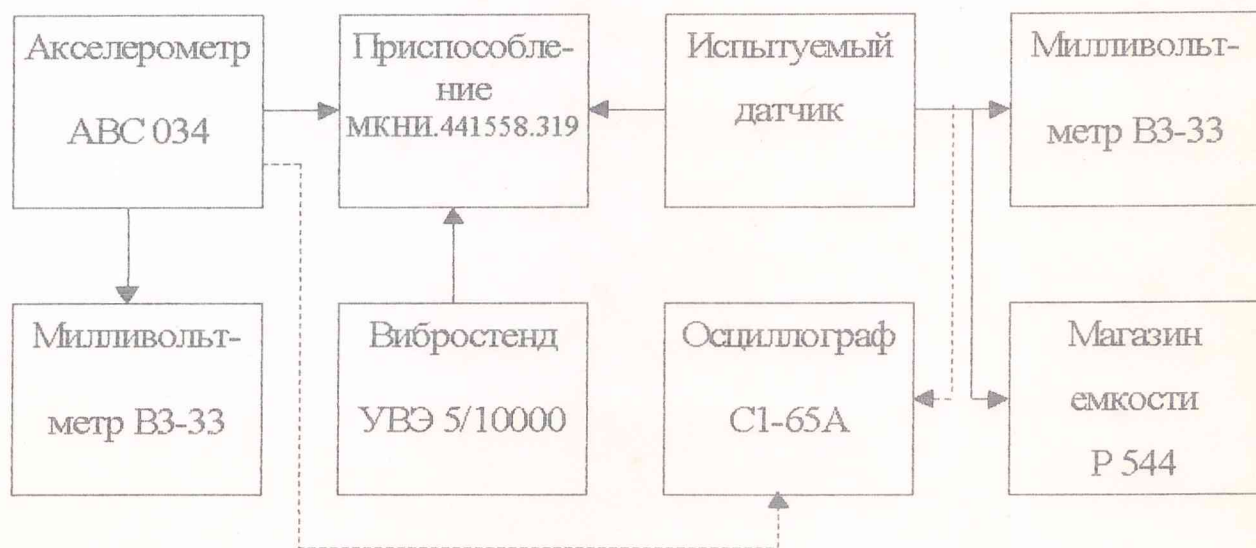


Рисунок 3 – Схема для определения виброэквивалента

в) устанавливают нагрузочную емкость на магазине емкости, равную 4700 пФ, уменьшенную на величину емкости присоединительного кабеля, входной емкости милливольтметра и начальной емкости магазина емкости;

г) плавно задают виброускорение, равное 200 м/с 2 , на фиксированной частоте в диапазоне 31,5-500 Гц, виброперегрузку контролируют акселерометром АВС-034 по милливольтметру ВЗ-33. Форма сигнала должна быть синусоидальной. Контроль формы сигнала осуществляют визуально с помощью осциллографа С1-65А;

д) проводят измерение выходного напряжения с испытуемого датчика милливольтметром ВЗ-33;

е) уменьшают амплитуду колебаний стола вибростенда до 0;

ж) задают виброускорение, равное 200 м/с^2 , на фиксированной частоте в диапазоне 500-1000 Гц и выполняют работы по п.6.3.5 д, е;

и) задают виброускорение, равное 200 м/с^2 , на фиксированной частоте в диапазоне 1000-2000 Гц и выполняют работы по п.6.3.5 д, е;

к) задают виброускорение, равное 200 м/с^2 , на фиксированной частоте в диапазоне 2000-3000 Гц и выполняют работы по п.6.3.5 д, е;

л) задают виброускорение, равное 200 м/с^2 , на фиксированной частоте в диапазоне 3000-5000 Гц и выполняют работы по п.6.3.5 д, е.

Результаты измерений заносят в таблицу 5.

Таблица 5

Амплитуда виброускорения, м/с^2	200	200	200	200	200
Диапазон частот, Гц	31,5-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-5000
Эффективное значение выходного напряжения датчика, U_j , мВ					
Чувствительность в к амплитуде виброускорения, $S_{огj}$, мВ/м/с^2					

м) определяют чувствительность датчика к амплитуде виброускорений по следующей формуле:

$$S_{огj} = \frac{U_j \cdot 1,41}{G_j}, \quad (14)$$

где U_j – выходное напряжение с испытуемого датчика при воздействии виброускорений j -го значения, мВ;

G_j – амплитуда виброускорения, м/с^2 ;

1,41 – коэффициент перевода эффективного значения выходного напряжения в амплитудное.

н) определяют виброэквивалент датчика по формуле:

$$V = \sum_{j=1}^n \frac{S_{огj} \cdot 1000}{n \cdot \delta_{сп.315}}, \quad (15)$$

где V – виброэквивалент датчика, $\frac{\text{Па}}{1000 \text{ м/с}^2}$;

$\delta_{\text{ср.315}}$ – чувствительность датчика, определенная по п.6.5;

n – число значений амплитуды виброускорения, $n=5$.

п) виброэквивалент датчика в диапазоне частот 31,5 до 5000 Гц не должен

превышать $0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Па}}{1000 \text{ м/с}^2} \left(0,25 \frac{\text{кгс/см}^2}{1000 \text{ м/с}^2} \right)$

7 Обработка результатов измерений

7.1 Обработку результатов измерений проводят на ЭВМ используя программу расчета метрологических характеристик датчика ЛХ-611АМ 783.119.104-01.13 (МД).

8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительные результаты поверки оформляют в соответствии с ПР 50.2.006-94.


8.2 Поверительные клейма наносят в соответствии с ПР 50.2.007-94.

8.3 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с ПР 50.2.006-94.


Начальник НИК-2

 А.Н. Трофимов

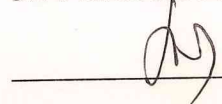
Начальник отдела 15

 К.Е. Балашов

Начальник НИЛ-204

 А.Л. Шамраков

Старший научный сотрудник
32 ГНИИ МО РФ

 С.В. Скиткин