

ООО "Пьезоэлектрик"

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО "Пьезоэлектрик"

\_\_\_\_\_ М.В.Богуш

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015г.

42 1300

ДАТЧИКИ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА  
ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
108М

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТУ 4213-108-24172160-08  
в редакции 2015г.

|        |       |   |      |
|--------|-------|---|------|
| И.И.И. | Подп. | и | Дата |
| В.В.В. | Подп. | и | Дата |
| М.М.М. | Подп. | и | Дата |
| Н.Н.Н. | Подп. | и | Дата |
| С.С.С. | Подп. | и | Дата |
| К.К.К. | Подп. | и | Дата |
| Л.Л.Л. | Подп. | и | Дата |
| З.З.З. | Подп. | и | Дата |
| А.А.А. | Подп. | и | Дата |
| Т.Т.Т. | Подп. | и | Дата |
| И.И.И. | Подп. | и | Дата |
| О.О.О. | Подп. | и | Дата |
| Е.Е.Е. | Подп. | и | Дата |
| С.С.С. | Подп. | и | Дата |
| М.М.М. | Подп. | и | Дата |
| Ф.Ф.Ф. | Подп. | и | Дата |
| Х.Х.Х. | Подп. | и | Дата |
| Ц.Ц.Ц. | Подп. | и | Дата |
| Ч.Ч.Ч. | Подп. | и | Дата |
| Ш.Ш.Ш. | Подп. | и | Дата |
| Щ.Щ.Щ. | Подп. | и | Дата |
| Ъ.Ъ.Ъ. | Подп. | и | Дата |
| Ы.Ы.Ы. | Подп. | и | Дата |
| Э.Э.Э. | Подп. | и | Дата |
| Ю.Ю.Ю. | Подп. | и | Дата |
| Я.Я.Я. | Подп. | и | Дата |



Настоящие технические условия (в дальнейшем ТУ) распространяются на датчики изгибающего момента пьезоэлектрические **108М** (в дальнейшем датчики) всех исполнений, предназначенные для преобразования изгибающего момента в электрический сигнал, который используется в преобразователях скорости потока вихревых расходомеров воды, газа, пара и других однородных сред.

Датчик состоит из цилиндрического корпуса, оканчивающегося крылом. В полости корпуса закреплен трубчатый пьезоэлемент, разделенный в плоскости крыла на 2 симметричные части, которые с выведенными от них кабелями образуют секции датчика (рисунки А.1 и А.2).

Датчики монтируются в элементы трубопровода расходомера за телом обтекания с ориентацией крыла вдоль потока и регистрируют образующиеся вихри, частота которых пропорциональна скорости потока, а количество - расходу вещества.

Пример записи обозначения при заказе и в документации:

«Датчик изгибающего момента пьезоэлектрический **108М – ХХ - ТУ 4213-108-24172160-08**».

где **ХХ** – длина крыла датчика **L** в мм. по таблице А.1

## 1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Датчик должен соответствовать требованиям настоящих технических условий и конструкторской документации 108.00.000.

1.2 Основные технические характеристики.

1.2.1 Коэффициент преобразования при нормальных условиях,

|                                    |               |     |
|------------------------------------|---------------|-----|
| пКл/Н-м, не менее, для исполнений: | <b>108М</b>   | 75, |
|                                    | <b>108МТ*</b> | 30, |
|                                    | <b>108МК</b>  | 75. |

Относительная разность амплитуд сигналов секций датчика, %, не более ±15;

\* *Характеристики исполнений **108МТ** могут корректироваться по результатам опытной эксплуатации.*

1.2.2 Собственная частота, кГц, не менее по таблице А.1;

1.2.3 Электрическая емкость между корпусом и кабелем, пФ, не менее 700;

Относительная разность электрических емкостей секций датчика, %, не более ±10;

1.2.4 Электрическое сопротивление изоляции между корпусом и кабелем в нормальных условиях, Ом, не менее  $10^8$ ;

1.2.5 Электрическое сопротивление (контакта) между корпусом и экраном кабеля в нормальных условиях, Ом, не более 5;

1.2.6 Диапазон рабочих температур, °С для исполнений:

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| <b>108М</b>  | от минус 60 до 280,  |
| <b>108МТ</b> | от минус 50 до 350,  |
| <b>108МК</b> | от минус 196 до 100; |

1.2.7 Максимальное рабочее давление, МПа, не менее 30;

1.2.8 Изменение коэффициента преобразования от температуры, %, не более, для исполнений:

**108М** в диапазоне температур, °С от 25 до 280: от минус 10 до 40,

от 25 до минус 60: от 5 до минус 20;

**108МТ** в диапазоне температур, °С от 25 до 350: от 10 до минус 40;

**108МК** в диапазоне температур, °С от 25 до минус 196 от 10 до минус 40;

1.2.9 Изменение коэффициента преобразования от давления, % от минус 20 до 10;

1.2.10 Степень защиты\* от воды и пыли по ГОСТ 14254-80 IP68;

\* *При монтаже необходима герметизация присоединения проводов.*

1.2.11 По устойчивости к механическим воздействиям датчики должны соответствовать виброустойчивому исполнению по ГОСТ12997-84 G2;

1.2.12 Датчики в упаковке для транспортирования должны выдерживать воздействие температур от минус 50 до 50°С, относительной влажности воздуха (95±3)% при температуре 35 °С и вибрации по группе F3 по ГОСТ12997-84.;

**ТУ 4213-108-24172160-08**

Лист

3

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|    |      |          |       |     |

1.2.13 Датчики предназначены для измерения расхода сред, по отношению к которым контактирующий с измеряемой средой материал корпуса - сплав ВТЗ-1 ГОСТ 26492-85, является коррозионностойкими.

1.2.14 Габаритные размеры (без кабеля), мм, не более:  $\varnothing 11 \times (33+L)$ , где L – длина крыла;

1.2.15 Масса (с кабелем), г, не более по таблице А.1.

### 1.3 Требования к надежности

#### 1.3.1 Средняя наработка датчиков на отказ для исполнений:

|                       |                           |                            |           |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|
| всех исполнений ..... | при температурах °С, час: | - от минус 60 до 100       | - 100000; |
| <b>108М</b> .....     | при температурах °С, час: | - от 100 до 210            | - 25000;  |
|                       |                           | - от 210 до 280            | - 2500;   |
| <b>108МТ</b> .....    | при температурах °С, час: | - от 100 до 350            | - 25000;  |
| <b>108МК</b> .....    | при температурах °С, час: | - от минус 196 до минус 60 | - 25000.  |

1.3.2 Полный средний срок службы датчиков, лет 12.

### 1.4 Маркировка и документация

1.4.1 На корпус датчика должен наноситься электрографом порядковый номер.

1.4.2 На каждую партию датчиков должен оформляться групповой паспорт с индивидуальными характеристиками, заверенный подписью технического контроля и печатью предприятия-изготовителя.

### 1.5 Комплектность

В комплект поставки датчиков входят:

- датчики – в количестве, соответствующем заявке потребителя;
- прокладка уплотнительная – 1 шт. на каждый датчик;
- упаковка на каждые 10 шт. датчиков – 1 шт.;
- паспорт на каждую партию датчиков – 1 шт.

### 1.6 Тара и упаковка

1.6.1 Упаковка должна обеспечивать сохранность датчиков при хранении и транспортировании.

1.6.2 Упаковка должна производиться в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 15 до 40°С и относительной влажности воздуха до 80% при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.6.3 Консервация должна обеспечиваться помещением датчика в отдельный отсек заваренного чехла из полиэтиленовой пленки.

Датчики в чехлах должны укладываться в транспортную тару – деревянные или картонные ящики. Ящики внутри должны выстилаться оберточной бумагой. Свободное пространство между датчиками и ящиком должно заполняться амортизационным материалом.

Паспорт и товаросопроводительная документация должны вкладываться в пленочный заваренный чехол и укладываться на верхний слой амортизационного материала.

## 2 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.

2.1 Не допускается эксплуатация датчиков в системах, температура и давление в которых могут превышать диапазон рабочих температур и максимальное рабочее давление (п.п.1.2.6 и 1.2.7).

2.2 Не допускается применение датчиков для измерения параметров сред, агрессивных по отношению к материалам, контактирующим с измеряемой средой (п.1.2.13).

2.3 Присоединение и отсоединение датчика должно производиться после сброса давления в магистрали до атмосферного.

## 3 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ.

3.1 Приемка датчиков должна производиться в соответствии с требованиями настоящих технических условий и комплекта документации 108.00.000.

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

ТУ 4213-108-24172160-08

Лист

4

3.2 Датчики должны подвергаться следующим испытаниям:

- приемо-сдаточным;
- периодическим;
- типовым.

3.3 Объем и виды испытаний должны соответствовать таблице 1, а последовательность – нумерации методов испытаний.

3.4 Испытания должны проводить лица, изучившие настоящие ТУ, КД на датчики и документацию на применяемые приборы и оборудование, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Таблица 1

| Наименование испытаний   | Номера пунктов         |                   | Виды испытаний   |                         |
|--|------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
|  | Технических требований | Методов испытаний | Приемо-сдаточные | Периодические и типовые |
| 1  | 2                      | 3                 | 4                | 5                       |
| Проверка соответствия конструкторской документации, габаритных и установочных размеров, маркировки, комплектности и упаковки | 1.1; 1.4; 1.5; 1.6     | 4.2               | +                | +                       |
| Проверка коэффициента преобразования   | 1.2.1                  | 4.6               | +                | +                       |
| Проверка собственной частоты   | 1.2.2                  | 4.10              | -                | +                       |
| Проверка электрической емкости   | 1.2.3                  | 4.5               | +                | +                       |
| Проверка электрического сопротивления изоляции между корпусом и кабелем в нормальных условиях                                | 1.2.4                  | 4.3               | +                | +                       |
| Проверка электрического сопротивления (контакта) между корпусом и экраном в нормальных условиях                              | 1.2.5                  | 4.4               | +                | +                       |
| Проверка изменения коэффициента преобразования от температуры  | 1.2.6; 1.2.8           | 4.7               | +                | +                       |
| Проверка изменения коэффициента преобразования от давления   | 1.2.7; 1.2.9           | 4.8               | -                | +                       |
| Проверка степени защиты от воды и пыли по ГОСТ 14254-80  | 1.2.10                 | 4.9               | +                | +                       |
| Проверка устойчивости датчика к механическим воздействиям  | 1.2.11                 | 4.11              | -                | +                       |
| Проверка массы датчика   | 1.2.15                 | 4.12              | -                | +                       |

Примечания:

1 Знак «+» обозначает, что испытания проводятся, знак «-» означает, что испытания не проводятся.

2 Проверка соответствия датчиков п.п.1.2.6, 1.2.8 в объеме приемо-сдаточных испытаний проводится только для положительных температур на 3% датчиков каждой партии (но не менее 2шт.), предъявленной на испытания, а в объеме периодических испытаний проводятся полностью.

3 Проверка соответствия датчиков п.1.2.10 проводится в процессе изготовления датчиков.

4 Проверка соответствия датчиков п.1.2.12 не проводится, т.к. диапазоны температур и механических воздействий при транспортировании меньше нормируемых эксплуатационных диапазонов по п.п.1.2.6 и 1.2.11.

5 Соответствие датчиков п.1.2.13 обеспечивается конструктивно и проверка не проводится.

6 Соответствие датчиков требованиям п.1.3. проводится путем сбора и обработки статистических данных, полученных по ГОСТ 27.502.

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

ТУ 4213-108-24172160-08

Лист

5

### 3.4 Приемно-сдаточные испытания.

3.4.1 Приемно-сдаточным испытаниям подвергается каждый выпускаемый датчик, кроме испытаний по п.1.2.8, проводимых в соответствии с примечанием 2 к таблице 1. Контроль производят при условиях, регламентированных п.4.1. настоящих ТУ. Если в процессе испытаний будет обнаружено несоответствие проверяемого датчика хотя бы одному из предъявляемых требований, датчик бракуется.

Забракованные датчики после устранения дефектов подвергаются повторным приемно-сдаточным испытаниям.

3.4.2 На датчики, прошедшие приемно-сдаточные испытания, оформляется паспорт.

### 3.5 Периодические испытания.

3.5.1 Периодические испытания датчиков проводятся не реже одного раза в 2 года.

3.5.2 Для проведения испытаний отбирают три датчика из числа принятых техническим контролем предприятия-изготовителя.

3.5.3 Если в процессе испытаний трех датчиков будет обнаружено несоответствие какого-либо датчика хотя бы одному из требований настоящих ТУ, то испытаниям подвергают удвоенное число датчиков. В этом случае допускается проводить испытания в сокращенном объеме, но обязательно по пунктам несоответствия и по пунктам, по которым испытания не проводились.

3.5.4 Результаты периодических испытаний должны быть оформлены соответствующим протоколом.

3.5.5 При отрицательных результатах испытаний отгрузка продукции приостанавливается до выяснения причин, выработки мероприятий по устранению дефектов и проведения повторных периодических испытаний.

3.5.6 При положительных результатах периодических испытаний отгрузка датчиков потребителям продолжается.

### 3.6 Типовые испытания.

3.6.1 Типовые испытания проводят в случаях изменения принципиальной схемы, конструкции или технологии изготовления, замены применяемых материалов, комплектующих, влияющих на работоспособность датчика. Типовые испытания проводят по программе, утвержденной руководителем предприятия-изготовителя.

3.6.2 При положительных результатах испытаний оформляются акт и протокол, утверждаемые руководством предприятия-изготовителя, а необходимые изменения вносятся в документацию в установленном порядке.

## 4 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ.

4.1 Условия, при которых определяются характеристики датчиков при проведении испытаний (далее - нормальные условия), должны соответствовать следующим требованиям:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- вибрация, тряска, удары и магнитные поля (кроме Земного) должны отсутствовать.

4.2 Проверку соответствия конструкторской документации, габаритных и установочных размеров производить внешним осмотром и необходимыми инструментами, обеспечивающими требуемую точность. Проверку внешнего вида: наличие деформаций, царапин и вмятин проводить визуально.

На корпусе датчика не должно быть дефектов, нарушающих его герметичность и прочность. Допускается наличие:

- концентрических рисок от металлорежущего инструмента шириной не более 0,1мм;
- следов затяжки на боковой поверхности корпуса и лысках ниппеля.

В зоне перехода лопатки к корпусу дефекты не допускаются.

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инт. № подл. | Подп. и дата |
|              | Взам. инв. № |
| Инт. № дубл. | Инт. № дубл. |
|              | Подп. и дата |
| Инт. № подл. | Подп. и дата |
|              | Инт. № подл. |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

ТУ 4213-108-24172160-08

4.3 Проверка электрического сопротивления изоляции между корпусом и кабелем (п.1.2.4)  
 Проверку произвести в нормальных условиях тераомметром Е6-13А при напряжении 100В в соответствии с паспортом прибора между корпусом и каждым кабелем датчика.

4.3.1 Датчик установить в измерительную камеру тераомметра и подключить к прибору.

4.3.2 Отжать кнопку «0» для открытия измерительного входа прибора и произвести отсчет показаний шкалы. Если наблюдается движение стрелки прибора отсчет произвести через 1мин.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если электрическое сопротивление изоляции между корпусом и кабелем соответствует требованиям п.1.2.4.

4.4 Проверка электрического сопротивления (контакта) между корпусом и экраном (п.1.2.5)

Проверку произвести в нормальных условиях с помощью вольтметра универсального цифрового В7-38 в соответствии с паспортом прибора.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если электрическое сопротивление между корпусом и экраном соответствует требованиям п.1.2.5.

4.5 Проверка электрической емкости (п.1.2.3)

4.5.1 Проверку произвести с помощью измерителя цифрового Е7-8 в соответствии с паспортом прибора между каждым кабелем и экраном датчика. Результаты измерений  $C_1$  и  $C_2$  занести в протокол.

4.5.2 Вычислить относительную разницу электрических емкостей  $\delta_C$  (%) по формуле:

$$\delta_C = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \cdot 100 \quad (1)$$

где:  $C_1$  и  $C_2$  [пФ] – электрические емкости сторон датчика.

Датчик считается прошедшим испытания, если величины  $C_1$ ,  $C_2$  и  $\delta_C$  удовлетворяют требованиям п.1.2.3.

4.6 Проверка коэффициента преобразования (п. 1.2.1)

4.6.1 Собрать стенд и схему в соответствии с рисунком Б.1.

4.6.2 Подключить осциллограф запоминающий Philips PM3320F 250Ms/s (в дальнейшем осциллограф) к сети 220В и произвести настройку:

- напряжение – постоянное;
- амплитуда = 200мВ/дел;
- время развёртки = 2сек/дел;
- маркеры – активированы.

4.6.3 Подключить усилитель согласующий инфранизкочастотный 45.16.00.000 ТУ (в дальнейшем усилитель) к осциллографу и сети 220В.

4.6.4 Установить датчик в посадочное место стенда с ориентацией крыла датчика в горизонтальной плоскости.

4.6.5 Подключить один из кабелей датчика к усилителю.

4.6.6 Надеть на крыло датчика планку-рычаг.

4.6.7 Разомкнуть вход усилителя. Запустить развёртку на осциллографе. Поднять и опустить рукой груз 3÷5 раз для получения прямоугольных импульсов на экране осциллографа.

4.6.8 Установить первый курсор на нижней ступени прямоугольника, второй – на верхней (см. рисунок 1). Снять показания с экрана осциллографа - величину амплитуды сигнала  $U_1$ , и записать в протокол.

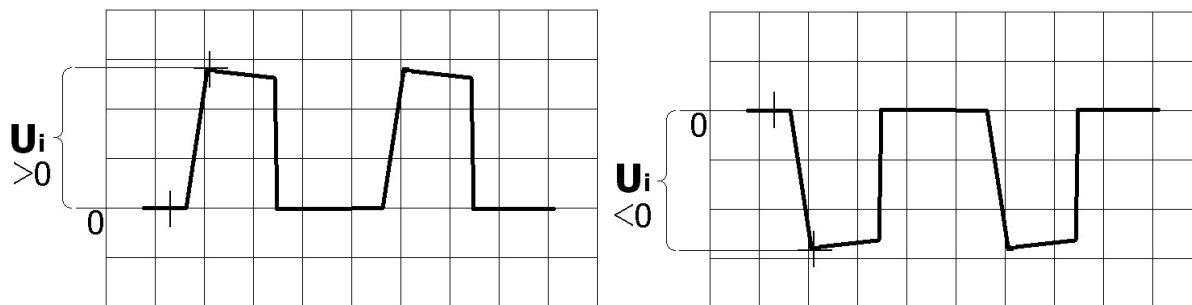
|              |              |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата |
|              | Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |              |
|              | Подп. и дата |
| Инв. № подл. |              |
|              |              |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|    |      |          |       |     |

ТУ 4213-108-24172160-08

Лист

7



$U_i$  – амплитуды сигналов секций при  $i$ -м замере; ++ - курсоры

Рисунок 1 – Замеры сигналов секций датчика при проверке чувствительности

4.6.9 Подключить второй кабель датчика к усилителю и повторить измерение по п.п. 4.6.7, 4.6.8 для второй стороны датчика  $U_2$ .

**Внимание!** Сигналы с обеих секций датчика должны быть разнополярны.  
 $|U_1|, |U_2| \geq 200$  мВ

4.6.10 Рассчитать относительную разницу амплитуд электрических сигналов секций датчика  $\delta_U$  [%] по формуле:

$$\delta_U = \frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2} \cdot 100\% \quad (2)$$

4.6.11 Произвести расчет коэффициента преобразования датчика КП [пКл/н·м] по формуле:

$$\begin{aligned} \text{КП} &= \text{КП}_1 + \text{КП}_2 = \frac{U_1 g(C_1 + C_B) + U_2 g(C_2 + C_B)}{Fg} = 10^{-6} g \frac{U_1 g(C_1 + 10000) + U_2 g(C_2 + 10000)}{0,5g(L + 100)g10^{-3}} = \\ &= 0,002g \frac{U_1 g(C_1 + 10000) + U_2 g(C_2 + 10000)}{(L + 100)} \end{aligned} \quad (3)$$

где:  $\text{КП}_1$  и  $\text{КП}_2$  [пКл/н·м] – коэффициенты преобразования сторон датчика;

$U_1$  и  $U_2$  [мВ] – амплитуды электрических сигналов секций датчика (п.п.4.6.8 и 4.6.9);

$C_1$  и  $C_2$  [пФ] – электрические емкости секций датчика (п.п.4.5.1);

$C_B = 10000$  [пФ] – электрическая емкость входа усилителя;

$F = 0,5$  [Н] – приложенная сила – вес груза (50 г, см. рисунок Б.1);

$l = (L + 100)10^{-3}$  [м] – плечо приложенной силы;

$L$  [мм] – длина крыла датчика (см. таблицу А.1 и рисунок Б.1);

$100$  [мм] – длина планки-рычага (см. рисунок Б.1);

$10^{-6}$  и  $10^{-3}$  – коэффициенты перевода единиц измерения.

Датчик считается прошедшим испытания, если полученные величины удовлетворяют требованиям п.1.2.1.

4.7 Проверка изменения коэффициента преобразования от температуры (п.1.2.6, 1.2.8)

4.7.1 Собрать установку и схему для испытаний в соответствии с рисунком Б.2.

4.7.2 Установить датчик в посадочное место пульсатора ЛХ53П (в дальнейшем пульсатор) с помощью переходника 108.01.000.

4.7.3 Замкнуть между собой попарно сигнальные выводы и экраны датчика и подсоединить их к входу милливольтметра ВЗ-38.

4.7.4 Включить пульсатор и измерить выходной сигнал  $U_{25}^1$  датчика при температуре  $25 \pm 10^\circ\text{C}$  по милливольтметру, контролируя синусоидальную форму сигнала по осциллографу С1-117. Измерения проводить на частоте  $40 \div 60$  Гц при пульсации давления  $5 \div 10$  кПа ( $0,05 \div 0,1$  кгс/см<sup>2</sup>).

4.7.5 Включить нагрев акустической камеры пульсатора.

4.7.6 Повторить измерения по п.4.7.4 при температурах  $^\circ\text{C}$ : 50; 100; 150; 200; 250; 280, для исполнений **108MT** ...300; 350, задавая температуру с погрешностью  $\pm 10^\circ\text{C}$  и контролируя с

ТУ 4213-108-24172160-08

Лист

8

Инв. № подл. Подп. и дата Инв. № дубл. Инв. №. № Взам. инв. № Подп. и дата

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|



помощью термопреобразователя ТХА и вольтметра В7-38. Скорость нагрева должна быть не более 3°C в минуту.

4.7.7 Выключить нагреватель акустической камеры пульсатора и после остывания повторить п.4.7.4 при температуре 20±5°C.

4.7.8 Установить на пульсаторе криогенную камеру и повторить испытания по п. 4.7.6. при температуре °С: 25, затем минус 30, минус 60, для исполнений **108МК** ... минус 100, минус 150, минус 196, задавая температуру с погрешностью ±10°C. Скорость понижения температуры должна быть не более 3°C в минуту.

4.7.9 Отключить охлаждение камеры и при достижении температуры 25±10°C повторить п.4.7.4 .

4.7.10 Рассчитать изменения коэффициента преобразования  $\delta_{КТ1}$ ,  $\delta_{КТ2}$  от температуры по формуле:

$$\delta_{КТ1} = \frac{U_{\max} - U_{25}^1}{U_{25}^1}; \quad \delta_{КТ2} = \frac{U_{25}^1 - U_{25}^2}{U_{25}^1} \quad (4)$$

где  $U_{25}^1, U_{25}^2$  – выходные сигналы датчика при температуре (25±10)°С;

$U_{\max}$  – выходной сигнал датчика с максимальным отклонением от  $U_{25}^1$ .

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если изменение коэффициента преобразования  $\delta_{КТ1}$  от температуры соответствует требованиям п.1.2.8, а изменение коэффициента преобразования в результате испытаний  $\delta_{КТ2}$  не превышает ±5%.

#### 4.8 Проверка изменения коэффициента преобразования от давления

4.8.1 Замкнуть между собой попарно сигнальные выводы и экраны секций датчика, замерить с помощью измерителя цифрового Е7-8 и записать в протокол суммарную электрическую емкость датчика  $C_C$  [пФ].

4.8.2 Установить датчик в посадочное место грузопоршневого манометра МП-600 с помощью переходника 108.02.000 (см. рисунок Б3).

4.8.3 Подключить осциллограф и усилитель аналогично п.4.6.

4.8.4 Подсоединить попарно замкнутые сигнальные выводы и экраны секций датчика к усилителю.

4.8.5 Задать грузопоршневым манометром статическое давление  $P = 0,1$  МПа при замкнутом входе усилителя.

4.8.6 Выдержать датчик в течение 3 мин для установления теплового баланса.

4.8.7 Выставить «0» на выходе усилителя. Разомкнуть вход усилителя. Запустить развёртку на осциллографе.

4.8.8 Задать грузопоршневым манометром дополнительное давление  $\Delta P = 500$  кПа (5 кгс/см<sup>2</sup>) путем наложения дополнительного груза и снять дополнительный груз.

4.8.9 Повторить п.п. 4.8.8 2÷5 раз до получения прямоугольного импульса на экране осциллографа.

4.8.10 Установить первый курсор на нижней ступени прямоугольника, второй – на верхней, см. рис.1. Снять показания амплитуды сигнала  $U_1$  с экрана и записать значение в протокол.

4.8.11 Повторить п.п. 4.8.5 ÷ 4.8.10 для статических давлений 5, 10, 20, 30 МПа и повторно для 0,1 МПа.

4.8.12 Рассчитать изменение коэффициента преобразования  $\delta_{КР}^1$ ,  $\delta_{КР}^2$  от давления по формуле.

$$\delta_{КР}^1 = \frac{U_{P_{\max}} - U_{P_0}^1}{U_{P_0}^1}; \quad \delta_{КР}^2 = \frac{U_{P_0}^2 - U_{P_0}^1}{U_{P_0}^1} \quad (5)$$

где  $U_{P_0}^1, U_{P_0}^2$  – выходные сигналы датчика при статическом давлении 0,1МПа;

$U_{P_{\max}}^1$  – выходной сигнал датчика с максимальным отклонением от  $U_{P_0}^1$ .

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|              | Взам. инв. № |
| Инв. № подл. | Подп. и дата |
|              | Инв. № подл. |

|    |      |          |       |     |                                |           |
|----|------|----------|-------|-----|--------------------------------|-----------|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат | <b>ТУ 4213-108-24172160-08</b> | Лист<br>9 |
|    |      |          |       |     |                                |           |

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если изменение коэффициента преобразования от давления  $\delta^1_{кр}$  соответствует требованиям п. 1.2.9, а  $\delta^2_{кр}$  не превышает  $\pm 5\%$ .

4.9 Проверка степени защиты датчика от воды и пыли по ГОСТ 14254-80 (п. 1.2.10)

4.9.1 Для проверки герметичности датчик погрузить в емкость с водой на глубину не менее 15 мм и подвергнуть кипячению в течение 30 мин.

4.9.2 Охладить датчики до комнатной температуры, не извлекая их из воды.

4.9.3 Измерить электрическое сопротивление изоляции датчиков по п.п. 4.3, 4.4 не позднее, чем спустя 5 минут после извлечения их из воды.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если после испытаний электрическое сопротивление изоляции датчиков соответствует п. 1.2.4, а электрическое сопротивление контактов п. 1.2.5.

4.10 Проверка собственной частоты датчика (п.1.2.2)

4.10.1 Подключить осциллограф запоминающий Philips PM3320F 250Ms/s и произвести настройку:

- напряжение – постоянное;
- амплитуда = 2мВ/дел;
- время развёртки = 1÷2мсек/дел;
- маркеры – активированы.

4.10.2 Установить горизонтально на рабочий стол токарный патрон (min.  $\varnothing 100\text{мм}$ ) и закрепить в нем датчик за корпус  $\varnothing 11\text{мм}$  крылом вверх.

4.10.3 Подключить к осциллографу один из кабелей датчика.

4.10.4 Нанести легкий удар карандашом или палочкой по крылу у верхней кромки.

На экране осциллографа появится затухающий сигнал с частотой собственных колебаний датчика (см. рисунок 2).

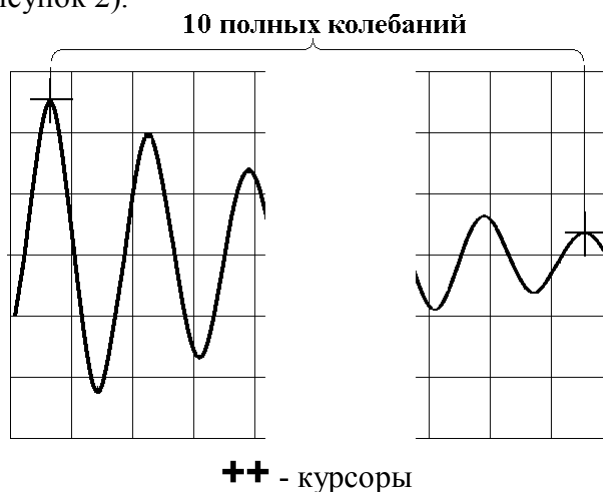


Рисунок 2 – Замеры собственной частоты датчика

4.10.5 Установить 2 курсора на максимумы графика с интервалом 10 полных периодов колебаний (при необходимости изменить настройки амплитуды и развертки). Снять с экрана показание частоты и умножив на 10 (количество периодов) определить частоту собственных колебаний датчика.

4.10.6 Повторить п.п.4.10.4 и 4.10.5 два раза.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если собственная частота датчика соответствует требованиям п.1.2.2, а расхождение результатов трех измерений не превышает  $\pm 5\%$

4.11 Проверка устойчивости датчиков к механическим воздействиям (п. 1.2.10)

4.11.1 Собрать стенд и схему для испытаний в соответствии с рисунком Б.4. Установить датчик на вибростенд с помощью приспособления (108.03.000) таким образом, чтобы крыло датчика находилось в горизонтальной плоскости.

ТУ 4213-108-24172160-08

Лист

10

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

4.11.2 Включить вибростенд и провести испытания датчика на виброустойчивость при воздействии вибрации с параметрами, соответствующими группе G2: амплитуда ускорения  $98 \text{ м/с}^2$ , диапазон частот 10-2000 Гц, плавно изменяя частоту от нижнего значения диапазона до верхнего и обратно. При этом необходимо поддерживать постоянную амплитуду ускорения.

Время прохождения поддиапазона в одном направлении должно быть не менее 1 мин.

4.11.3 Проверить коэффициент преобразования датчика по п.4.6. после воздействия вибрации.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значение коэффициента преобразования датчика после воздействия вибрации соответствует требованиям п. 1.2.1.

4.12 Проверка массы датчика (п. 1.2.15)

Проверку произвести взвешиванием на весах лабораторных ГОСТ 24104-88.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если масса датчика соответствует п.1.2.15.

## 5 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

5.1 Датчики могут храниться как в транспортной таре, так и во внутренней упаковке и без упаковки.

Условия хранения датчиков – 2 по ГОСТ 15150-69.

5.2 Датчики в упаковке транспортируются любым видом закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом в соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на каждом виде транспорта.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

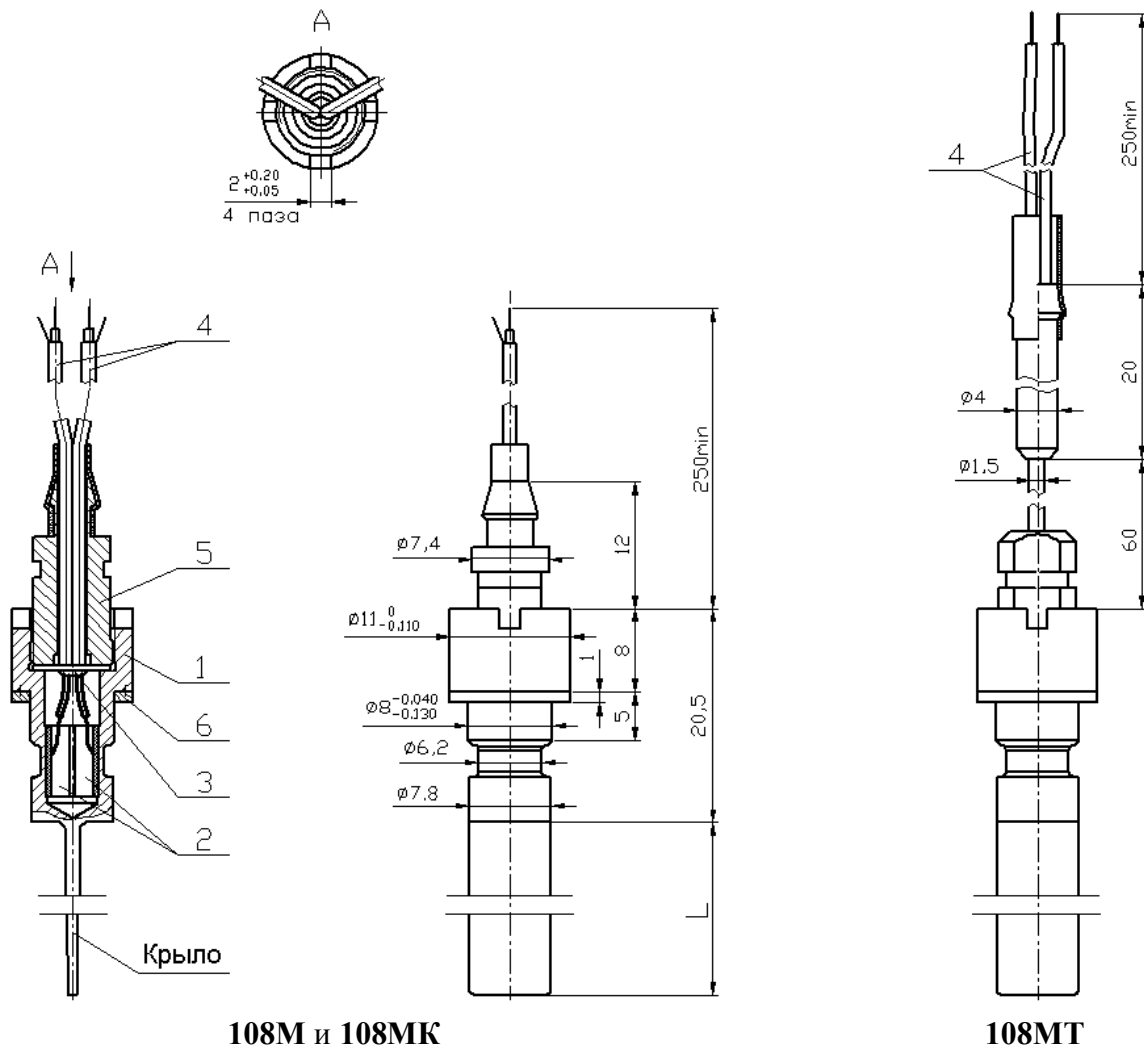
## 6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

6.1 Изготовитель гарантирует соответствие датчиков требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

6.2 Гарантийный срок эксплуатации датчиков – 24 месяца со дня ввода в эксплуатацию, но не более 30 месяцев со дня поступления заказчику.

|             |              |              |              |              |    |      |          |       |     |                         |      |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|------|----------|-------|-----|-------------------------|------|
| Инв. № подл | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат | ТУ 4213-108-24172160-08 | Лист |
|             |              |              |              |              |    |      |          |       |     |                         | 11   |

Приложение А  
(обязательное)  
Габаритные чертежи и устройство датчика



108М и 108МК

108MT

1 – корпус; 2 – пьезоэлемент; 3 – токоъемник; 4 – кабель; 5 – ниппель; 6 – прокладка уплотнительная;

Рисунок А.1 - Габаритный чертеж и устройство датчика

Таблица А.1 - Характеристики датчиков

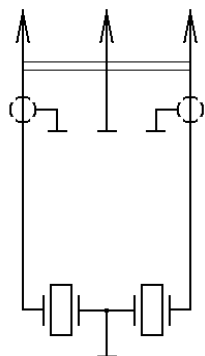
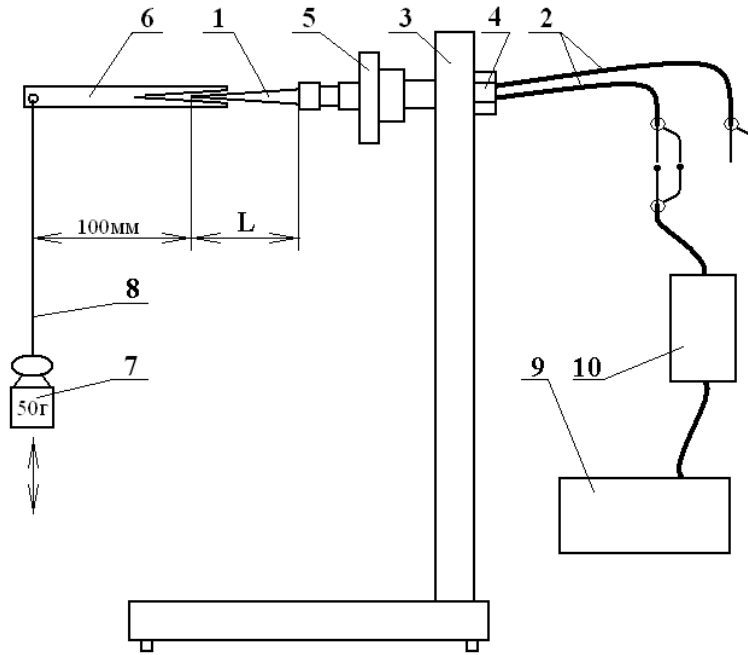


Рисунок А.2 –  
Электрическая  
схема датчика

| №№<br>п/п | Обозначение<br>по КД | L   | Собственная<br>частота, кГц, не<br>менее | Масса, г, не более |       |
|-----------|----------------------|-----|--|--------------------|-------|
|           |                      |     |  | 108М и 108МК       | 108MT |
| 1         | 108.10.000           | 10  | 8,0                                      | 11                 | 18    |
| 2         | -01                  | 16  | 5,7                                      | 11                 | 19    |
| 3         | -02                  | 25  | 3,1                                      | 12                 | 20    |
| 4         | -03                  | 32  | 2,3                                      | 13                 | 21    |
| 5         | -04                  | 40  | 1,7                                      | 14                 | 23    |
| 6         | -05                  | 64  | 1,1                                      | 16                 | 25    |
| 7         | -06                  | 80  | 0,5                                      | 18                 | 29    |
| 8         | -07                  | 120 | 0,3                                      | 22                 | 35    |

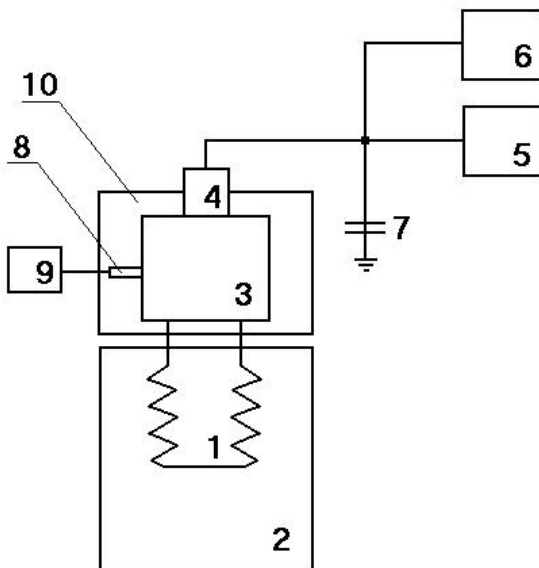
Приложение Б  
(обязательное)

Схемы проверки характеристик датчиков



- |                          |             |  |
|--------------------------|-------------|--|
| 1 – испытываемый датчик; | 5 – зажим;  | 9 – осциллограф запоминающий Philips RM3320F 250Ms/s             |
| 2 – кабели датчика;      | 6 – планка; | 10 – усилитель согласующий инфранизкочастотный 45.16.00.00.000ТУ |
| 3 – штатив;              | 7 – груз;   |  |
| 4 – фиксатор;            | 8 – подвес; |  |

Рисунок Б.1 - Стенд и схема подключения для проверки коэффициента преобразования датчика.

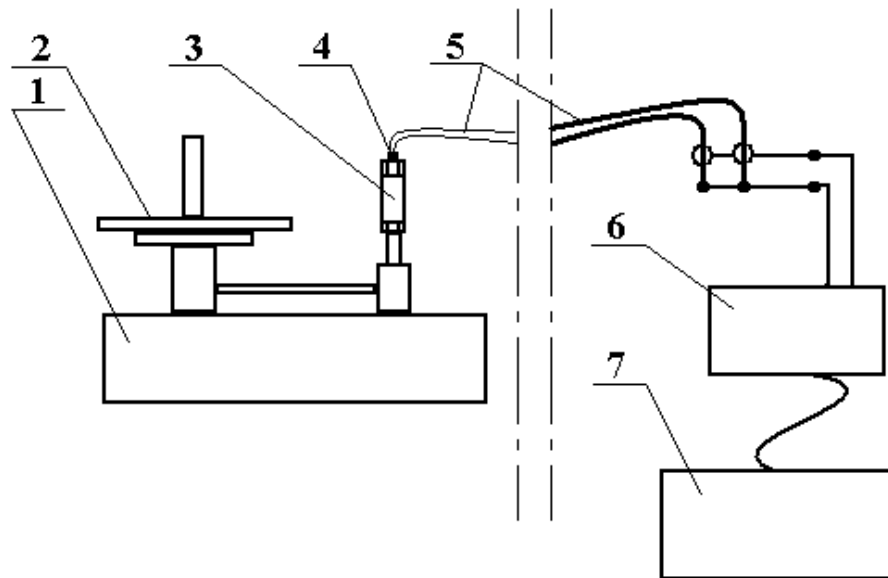


- |   |
|---|
| 1 – акустическая камера;                    |
| 2 – пульсатор ЛХ53П;                        |
| 3 – переходник 108.01.000;                  |
| 4 – датчик;                                 |
| 5 – милливольтметр В3-38;                   |
| 6 – осциллограф С1-117;                     |
| 7 – электрическая емкость КМ-5 10000пФ±0,1% |
| 8 – термопреобразователь ТХА;               |
| 9 – вольтметр В7-38;                        |
| 10 – тепло-криокамера.                      |

Рисунок Б.2 - Схема для проверки изменения коэффициента преобразования от температуры

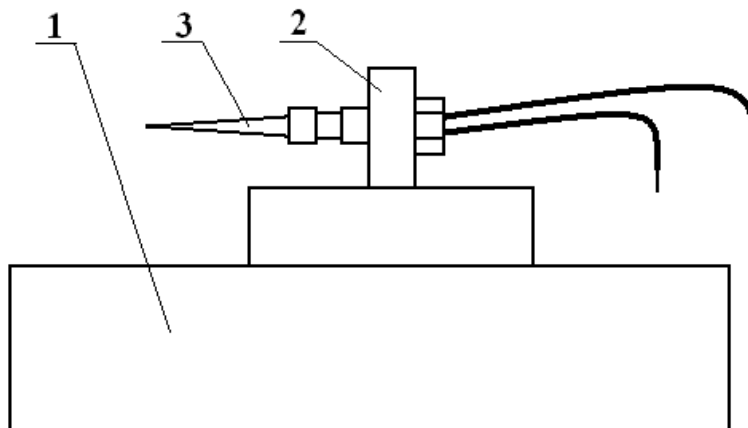
|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|



- 1 – манометр грузопоршневой МП600;      5 – кабели датчика;  
 2 – грузы;      6 – усилитель согласующий инфранизкочастотный  
 3 – переходник 108.02.000;      45.16.00.00.000ТУ;  
 4 – испытываемый датчик;      7 – осциллограф запоминающий Philips PM3320F  
 250Ms/s;

Рисунок Б.3 - Стенд и схема подключения для проверки изменения коэффициента преобразования датчика от давления.



- 1 – стенд вибрационный;  
 2 – приспособление для установки датчика 108.03.000;  
 3 – датчик;

Рисунок Б.4 - Схема для определения механической устойчивости датчика

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

Приложение В  
(обязательное)

**ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ,  
РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Таблица В.1

| Наименование   | Тип                 | ГОСТ, ОСТ, ТУ, КД |
|--|---------------------|-------------------|
| 1. Манометр грузопоршневой   | МП-600              | ГОСТ 8291-83      |
| 2. Шкаф сушильный  | СНОЛ-3,5            | ТУ 16-681.032-84  |
| 3. Криогенная камера   |                     | 108.10.000        |
| 4. Стенд вибрационный<br>электродинамический                       | ВЭДС-100Б<br>(200А) |                   |
| 5. Пульсатор   | ЛХ-53П              |                   |
| 6. Источник постоянного тока                                       | Б5-47               | 3.233.220ТУ       |
| 7. Тераомметр  | Е6-38               | 2.710.010ТУ       |
| 8. Вольтметр универсальный цифровой                                | В7-38               | 2.710.007ТУ       |
| 9. Милливольтметр  | В3-38               | ГОСТ 9781-78      |
| 10. Измеритель LCR цифровой  | Е7-8                | 2.724.007ТУ       |
| 11. Усилитель согласующий<br>инфранизкочастотный                   |                     | 45.16.00.00.000ТУ |
| 12. Осциллограф запоминающий Philips                               | PM3320F 250Ms/s     |                   |
| 13 Осциллограф   | С1-117              | 2.044.016 ТО      |
| 14. Емкость электрическая  | КМ- 5 10000пФ±0,1%  | ГОСТ 27778-88     |
| 15. Термопреобразователь   | ТХА                 | ГОСТ 8.585-2001   |
| 16. Переходник для установки датчика на<br>пульсатор               |                     | 108.01.000        |
| 17. Переходник для установки датчика на<br>манометр грузопоршневой |                     | 108.02.000        |
| 18. Приспособление для установки датчика<br>на вибростенд          |                     | 108.03.000        |
| 19. Штангенциркуль   | ШЦ-2-125-0,1        | ГОСТ 166-80       |
| 20. Микрометр  | МК 25               | ГОСТ 6507-90      |
| 21. Весы лабораторные (0,1г)                                       | АСОМ JW-1           |                   |

Примечание - Допускается вместо указанных в таблице применять аналогичные средства измерений, имеющие допустимую погрешность измерений.

|              |  |
|--------------|--|
| Подп. и дата |  |
| Взам. инв. № |  |
| Инв. № дубл. |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|    |      |          |       |     |
|----|------|----------|-------|-----|
| Ли | Изм. | № докум. | Подп. | Дат |
|    |      |          |       |     |

ТУ 4213-108-24172160-08

Лист

15

