

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

« 10 » 11 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры электромагнитные ГПП-СИ 12

Методика поверки

МП 208-059-2023

г. Москва
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Общие положения | 3 |
| 2 Перечень операций поверки | 6 |
| 3 Требования к условиям проведения поверки | 6 |
| 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки | 6 |
| 5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки | 7 |
| 6 Внешний осмотр средства измерений | 8 |
| 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 |
| 8 Проверка программного обеспечения средства измерений | 8 |
| 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 8 |
| 10 Оформление результатов поверки | 15 |
| Приложение А | 16 |
| Приложение Б | 17 |
| Приложение В | 18 |
| Приложение Г | 19 |

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на расходомеры электромагнитные ГПП-СИ 12 (далее – расходомеры), и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость поверяемых СИ к государственному первичному специальному эталону единицы массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356, к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ14-2014 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.

1.3. Передача расходомерам единиц сопротивления, объёма и объёмного расхода жидкости осуществляется методом непосредственных сличений.

1.4. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования к СИ

| Наименование параметра | Значение для класса | | |
|--|--|--|---|
| | А | В | С |
| Диаметр условного прохода (Ду) | от 5 до 1600 | от 5 до 1600 | от 5 до 1000 |
| Динамический диапазон | 1:250 | 1:125 | 1:62,5 |
| Пределы допускаемой приведённой к переходному расходу погрешности измерений объёмного расхода в диапазонах расходов $Q_{\min} \leq Q < Q_t$, %: - проливным методом (δ_0) - имитационным методом | $\pm 1 \cdot Q_t / Q_{\text{изм}}$ $\delta_0 + 0,5$ | $\pm 0,5 \cdot Q_t / Q_{\text{изм}}$ $\delta_0 + 0,5$ | $\pm 0,25 \cdot Q_t / Q_{\text{изм}}$ $\delta_0 + 0,5$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма в диапазонах расходов $Q_t \leq Q < Q_{\max}$, %: - проливным методом - имитационным методом | ± 1 $\pm 1,2$ | $\pm 0,5$ $\pm 0,75$ | $\pm 0,25$ $\pm 0,75$ |
| Диапазон измерений частотного выхода, Гц | от 0,1 до 2000 | | |
| Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности воспроизведения значения объёмного расхода по частотному выходу, % | $\pm 0,05$ | | |
| Диапазон воспроизведения силы тока, мА | от 4 до 24 | | |
| Пределы допускаемой дополнительной приведённой к диапазону воспроизведения силы тока погрешности воспроизведения значения объёмного расхода по токовому выходу, % | $\pm 0,5$ | | |
| Диапазон измерений силы тока, мА | от 4 до 20 | | |

| | |
|--|--------------|
| Пределы допускаемой приведённой к диапазону измерения силы тока погрешности измерения силы тока, % | ±0,5 |
| Диапазон измерений значений сопротивления, соответствующих температуре, Ом | от 60 до 200 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений при преобразовании сопротивления в значение температуры, °С | ±0,2 |
| Примечание: Q_{\min} – минимальный расход, Q_t – переходный расход, Q_{\max} – перегрузочный расход, $Q_{\text{изм}}$ – измеренный расход. | |

Таблица 2 – Диапазон измерений объёмного расхода жидкости для расходомеров класса А

| Ду, мм | Q_{\min} , м ³ /ч | Q_t , м ³ /ч | $Q_{\text{ном}}$, м ³ /ч | Q_{\max} , м ³ /ч |
|---|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 5 | 0,003 | 0,010 | 0,706 | 0,883 |
| 6 | 0,005 | 0,015 | 1,017 | 1,272 |
| 10 | 0,014 | 0,042 | 2,827 | 3,534 |
| 15 | 0,031 | 0,095 | 6,361 | 7,952 |
| 20 | 0,056 | 0,169 | 11,309 | 14,137 |
| 25 | 0,088 | 0,265 | 17,671 | 22,089 |
| 32 | 0,144 | 0,434 | 28,952 | 36,191 |
| 40 | 0,226 | 0,678 | 45,238 | 56,548 |
| 50 | 0,353 | 1,060 | 70,685 | 88,357 |
| 65 | 0,597 | 1,791 | 119,459 | 149,323 |
| 70 | 0,692 | 2,078 | 138,544 | 173,180 |
| 80 | 0,904 | 2,714 | 180,955 | 226,194 |
| 100 | 1,414 | 4,241 | 282,743 | 353,429 |
| 125 | 2,209 | 6,627 | 441,786 | 552,233 |
| 150 | 3,181 | 9,543 | 636,173 | 795,216 |
| 200 | 5,655 | 16,965 | 1130,973 | 1413,717 |
| 250 | 8,836 | 26,507 | 1767,146 | 2208,932 |
| 300 | 12,720 | 38,170 | 2544,690 | 3180,860 |
| 400 | 22,620 | 67,860 | 4523,890 | 5654,870 |
| 500 | 35,340 | 106,030 | 7068,580 | 8835,730 |
| 600 | 50,890 | 152,680 | 10178,760 | 12723,450 |
| 800 | 90,480 | 271,430 | 18095,570 | 22619,470 |
| 1000 | 141,400 | 424,100 | 28274,300 | 35342,900 |
| 1200 | 203,600 | 610,700 | 40715,000 | 50893,800 |
| 1600 | 361,900 | 1085,700 | 72382,300 | 90477,900 |
| Примечание: Q_{\min} – минимальный расход, Q_t – переходный расход, $Q_{\text{ном}}$ – номинальный расход, Q_{\max} – перегрузочный расход. | | | | |

Таблица 3 – Диапазон измерений объёмного расхода жидкости для расходомеров класса В

| Ду, мм | Q_{\min} , м ³ /ч | Q_t , м ³ /ч | $Q_{\text{ном}}$, м ³ /ч | Q_{\max} , м ³ /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 5 | 0,007 | 0,0212 | 0,706 | 0,883 |
| 6 | 0,010 | 0,030 | 1,017 | 1,272 |
| 10 | 0,028 | 0,084 | 2,827 | 3,534 |

| | | | | |
|------|---------|----------|-----------|-----------|
| 15 | 0,063 | 0,190 | 6,361 | 7,952 |
| 20 | 0,113 | 0,339 | 11,309 | 14,137 |
| 25 | 0,176 | 0,530 | 17,671 | 22,089 |
| 32 | 0,289 | 0,868 | 28,952 | 36,191 |
| 40 | 0,452 | 1,357 | 45,238 | 56,548 |
| 50 | 0,706 | 2,120 | 70,685 | 88,357 |
| 65 | 1,194 | 3,583 | 119,459 | 149,323 |
| 70 | 1,385 | 4,156 | 138,544 | 173,180 |
| 80 | 1,809 | 5,428 | 180,955 | 226,194 |
| 100 | 2,827 | 8,482 | 282,743 | 353,429 |
| 125 | 4,418 | 13,254 | 441,786 | 552,233 |
| 150 | 6,362 | 19,085 | 636,173 | 795,216 |
| 200 | 11,310 | 33,929 | 1130,973 | 1413,717 |
| 250 | 17,671 | 53,014 | 1767,146 | 2208,932 |
| 300 | 25,450 | 76,340 | 2544,690 | 3180,860 |
| 400 | 45,240 | 135,720 | 4523,890 | 5654,870 |
| 500 | 70,690 | 212,060 | 7068,580 | 8835,730 |
| 600 | 101,790 | 305,360 | 10178,760 | 12723,450 |
| 800 | 180,960 | 542,870 | 18095,570 | 22619,470 |
| 1000 | 282,700 | 848,200 | 28274,300 | 35342,900 |
| 1200 | 407,200 | 1221,500 | 40715,000 | 50893,800 |
| 1600 | 723,800 | 2171,500 | 72382,300 | 90477,900 |

Примечание: Q_{\min} – минимальный расход, Q_t – переходный расход, $Q_{\text{ном}}$ – номинальный расход, Q_{max} – перегрузочный расход.

Таблица 4 – Диапазон измерений объемного расхода жидкости для расходомеров класса С

| Ду, мм | Q_{\min} , м ³ /ч | Q_t , м ³ /ч | $Q_{\text{ном}}$, м ³ /ч | Q_{max} , м ³ /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 5 | 0,014 | 0,042 | 0,706 | 0,883 |
| 6 | 0,020 | 0,061 | 1,017 | 1,272 |
| 10 | 0,057 | 0,171 | 2,827 | 3,534 |
| 15 | 0,128 | 0,384 | 6,361 | 7,952 |
| 20 | 0,228 | 0,684 | 11,309 | 14,137 |
| 25 | 0,356 | 1,068 | 17,671 | 22,089 |
| 32 | 0,583 | 1,751 | 28,952 | 36,191 |
| 40 | 0,912 | 2,736 | 45,238 | 56,548 |
| 50 | 1,425 | 4,275 | 70,685 | 88,357 |
| 65 | 2,408 | 7,225 | 119,459 | 149,323 |
| 70 | 2,793 | 8,379 | 138,544 | 173,180 |
| 80 | 3,648 | 10,944 | 180,955 | 226,194 |
| 100 | 5,700 | 17,101 | 282,743 | 353,429 |
| 125 | 8,907 | 26,721 | 441,786 | 552,233 |
| 150 | 12,826 | 38,478 | 636,173 | 795,216 |
| 200 | 22,802 | 68,406 | 1130,973 | 1413,717 |
| 250 | 35,628 | 106,884 | 1767,146 | 2208,932 |
| 300 | 51,300 | 153,910 | 2544,690 | 3180,860 |

| | | | | |
|------|---------|----------|-----------|-----------|
| 400 | 91,210 | 273,620 | 4523,890 | 5654,870 |
| 500 | 142,510 | 427,540 | 7068,580 | 8835,730 |
| 600 | 205,220 | 615,650 | 10178,760 | 12723,450 |
| 800 | 364,830 | 1094,490 | 18095,570 | 22619,470 |
| 1000 | 570,000 | 1710,100 | 28274,300 | 35342,900 |

Примечание: Q_{\min} – минимальный расход, Q_t – переходный расход, $Q_{\text{ном}}$ – номинальный расход, Q_{\max} – перегрузочный расход.

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень операций поверки

| Наименование операции поверки | Номер раздела (пункта) методики поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | |
|---|---|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1. Внешний осмотр средства измерений | 6 | да | Да |
| 2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 7 | да | Да |
| 3. Проверка программного обеспечения средства измерений | 8 | да | Да |
| 4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 9 | да | Да |
| 5. Оформление результатов | 10 | да | Да |

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 10 °С до 30 °С;
- температура поверочной среды от 15 °С до 25 °С;
- изменение температуры используемой при поверке среды не более 3 °С/ч;
- длина прямолинейного участка трубопровода:
 - а) на входе расходомера не менее 5·Ду;
 - б) на выходе расходомера не менее 2·Ду.

3.2. При проведении поверки условия применения средств поверки должны соответствовать их эксплуатационной документации.

3.3. Перед началом поверки необходимо заполнить полость расходомера поверочной жидкостью и выдержать в течение не менее 30 минут.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 6.

Таблица 6 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

| Пункт МП | Метрологические и технические требования к эталонам, средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| 7, 9 | Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 °С до 30 °С, ПГ ±0,5 °С; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 90 %, ПГ ±3 %; средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, ПГ ±0,5 кПа | Термогигрометр ИВА-6А-Д, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 46434-11 |
| 9.1 | Рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда в соответствии с ГПС для СИ массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости, утверждённой приказом Росстандарта № 2356. Диапазон расходов и разряд выбираются исходя из погрешности и диапазона измерений расходомера | Установка поверочная автоматизированная УПРС+, рег. № 77099-19 |
| 9.6 | Средство измерений – установка поверочная имитационная для электромагнитных расходомеров, ПГ (расход) ± 0,2 % | Установка ПОТОК-Т, рег. № 14519-13 |
| 9.1, 9.2, 9.4 | СИ воспроизведения силы постоянного тока, диапазон от 0 до 20 мА, ПГ ±0,01 % + 2 мкА | Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), рег. № 52489-13 |
| 9.1, 9.3, 9.6 | СИ частоты, диапазон измерений частоты от 0 до 10 кГц, ПГ ± 1 Гц | Частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/5, рег. № 75631-19 |
| 9.5 | СИ воспроизведения сопротивления, ПГ $\pm (0,02 + 2 \cdot 10^{-6} (\frac{R_{max}}{R} - 1)) \%$ | Магазин сопротивлений ПрофКИП Р4831, рег. № 80016-20 |
| 9.6 | СИ измерений длины, диапазон измерений в зависимости от диаметра расходомера, ПГ ± 0,03 мм | Нутромер торговой марки «Калиброн», рег. № 59768-15 |
| 7.4 | СИ давления, диапазон от 0 до 10 МПа, КТ 2,5 | Манометр показывающий МПЗ-УУ2-10-МПа, рег. № 89498-23 |
| 7.5 | СИ сопротивления, диапазон измерений 40 МОм, ПГ ± 15 %, испытательное напряжение 1000 В | Мегаомметр цифровой ПрофКиП Е6-36/1, рег. № 52913-13 |
| 9.6 | Персональный компьютер с установленным программным обеспечением РОТОКТ и с возможностью подключения по интерфейсу RS-485 | |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. | | |

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:
– к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже второй;

- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование;
- монтаж и демонтаж расходомеров должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

6. Внешний осмотр средства измерений

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности СИ эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Подготовить СИ, эталоны и вспомогательное оборудование к проведению измерений в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7.2. Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

7.3. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.

7.4. Проверка герметичности

Герметичность проверяют давлением, создаваемым в полости расходомера, превышающим рабочее давление измеряемой среды в 1,5 раза и выдержкой в течение 15 минут.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если течи и каплевыведения в местах соединения отсутствуют, падения давления не наблюдаются.

7.5. Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверить сопротивление изоляции между корпусом расходомера и цепью питания при напряжении 1000 В.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если сопротивление изоляции цепей питания не менее 40 МОм.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Вывести на дисплей расходомера данные о программного обеспечения (ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации.

Идентификационные данные ПО должны соответствовать, приведённым в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|---------------|
| Идентификационное наименование ПО | MAGMETER |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | F3000_v_1.26b |

9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение погрешности измерений объёма и объёмного расхода жидкости

Определение погрешности измерений объёма и объёмного расхода проводят при помощи жидкостной поверочной установки.

Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: Q_{\min} , $0,3 \cdot Q_{\text{ном}}$, $Q_{\text{ном}}$.

Расходомеры с первичными преобразователями, у которых $DN \geq 300$ мм, допускается поверять на расходах Q_{\min} , $0,2 \cdot Q_{\text{ном}}$, $0,4 \cdot Q_{\text{ном}}$.

Значения расходов устанавливают с допуском ± 5 %.

Для каждого расхода провести не менее трёх измерений. Время проведения каждого измерения должно быть не менее 120 секунд или 10000 импульсов.

Относительную погрешность измерений объёмного расхода δ_{Q_i} , % или объёма δ_{V_i} , %, при i -ом измерении расхода в диапазонах расходов $Q_{\min} \leq Q < Q_t$ определяют по формулам

$$\delta_{Q_i} = \frac{Q_i - Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (1)$$

$$\delta_{V_i} = \frac{V_i - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где Q_i – расход по расходомеру, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 $Q_{\text{эт}}$ – расход по поверочной установке, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 V_i – объём по расходомеру, м^3 ;
 $V_{\text{эт}}$ – объём по поверочной установке, м^3 .

Приведённую к переходному расходу погрешность измерений объёмного расхода γ_{Q_i} , % или объёма γ_{V_i} , %, при i -ом измерении в диапазонах расходов $Q_t \leq Q < Q_{\text{мах}}$ определяют по формулам

$$\gamma_{Q_i} = \frac{Q_i - Q_{\text{эт}}}{Q_t} \cdot 100, \quad (3)$$

$$\gamma_{V_i} = \frac{V_i - V_{\text{эт}}}{V_t} \cdot 100, \quad (4)$$

За результат принимают среднее арифметическое из полученных значений в каждой точке.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности измерений объёмного расхода или объёма не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

При положительном результате поверки погрешности измерений объёма жидкости расходомеры считаются прошедшими поверку погрешности измерений объёмного расхода жидкости. При положительном результате поверки погрешности измерений объёмного расхода жидкости расходомеры считаются прошедшими поверку погрешности измерений объёма жидкости.

9.2 Определение погрешности объёмного расхода по токовому выходу (при наличии)

Определение погрешности проводится в диапазоне расходов от Q_t до $Q_{\text{ном}}$. Допускается совместить с п. 9.1.

Приведённую к диапазону воспроизведения силы тока погрешность воспроизведения значения объёмного расхода по токовому выходу $\gamma_{Q(I)_i}$, %, при i -ом измерении определяют по формулам

$$\gamma_{Q(I)_i} = \frac{I_i - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (5)$$

где $I_{эт}$ – ток, измеренный калибратором тока, мА;
 I_i – ток, мА, рассчитанный по показанию расхода расходомером по формуле

$$I_i = \frac{16Q_i}{Q_{ус}} + 4, \quad (6)$$

где $Q_{ус}$ – значение расхода для данного расходомера, соответствующее току 20 мА, м³/ч;
 Q_i – значение расхода по показаниям расходомера, м³/ч.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если дополнительная приведённая к диапазону воспроизведения силы тока погрешность воспроизведения значения объёмного расхода по токовому выходу не превышает ±0,5 %.

9.3 Определение погрешности объёмного расхода по частотному выходу (при наличии)

Определение погрешности проводится в диапазоне расходов от Q_t до $Q_{ном}$. Допускается совместить с п. 9.1.

Относительную погрешность воспроизведения значения объёмного расхода по частотному выходу $\delta_{Q(F)_i}$, %, при i -ом измерении определяют по формулам

$$\delta_{Q(F)_i} = \frac{Q_i - Q(F)_{эт}}{Q(F)_{эт}} \cdot 100, \quad (7)$$

где Q_i – расход, измеренный расходомером, м³/ч;
 $Q(F)_{эт}$ – расход, м³/ч, рассчитанный по показанию частотомера по формуле

$$Q(F)_{эт} = \frac{F_i}{F_{ус}} \cdot Q_{ус}, \quad (8)$$

где F_i – частота, измеренная частотомером, Гц;
 $F_{ус}$ – верхний предел установленной частоты в расходомере, Гц;
 $Q_{ус}$ – значение расхода для данного расходомера, соответствующее $F_{ус}$, Гц.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если дополнительная относительная погрешность воспроизведения значения объёмного расхода по частотному выходу не превышает ±0,05 %.

9.4 Определение приведённой погрешности измерений токовых входов (при наличии)

Подключить калибратор тока ко входам датчиков давления на расходомере. Задать на калибраторе тока значения, равные 5; 12; 19 мА.

В меню расходомера (Измерение -> Датчик давления -> P_{max}) ввести значение давления 100 кПа в качестве верхнего предела измерения датчика.

Приведённую к диапазону измерения силы тока погрешность измерений силы тока γ_P , %, рассчитать по формуле

$$\gamma_P = \frac{P_i - P_{эт}}{P_{max}} \cdot 100, \quad (9)$$

где P_i – давление, измеренное расходомером, кПа;
 P_{max} – давление, соответствующее току 20 мА;
 $P_{эт}$ – давление, кПа, заданное калибратором (значение тока) и рассчитанное по формуле

$$P_{эТ} = \frac{I_{эТ} - 4}{16} \cdot P_{max}, \quad (10)$$

где $I_{эТ}$ – ток, заданное калибратором значение тока, мА.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения приведённой погрешности измерений не превышают $\pm 0,5\%$.

9.5 Определение абсолютной погрешности измерений при преобразовании сопротивления в значение температуры (при наличии)

Подключить магазин сопротивлений ко входам датчиков температуры на расходомере. Для каждого входа задать значения сопротивлений (с учётом внутреннего сопротивления магазина сопротивлений), соответствующие значениям температуры для датчиков Pt100 согласно таблице 8.

Таблица 8 – Зависимость температура-сопротивление

| $t_0, ^\circ\text{C}$ | -38 | -10 | 0 | +30 | +90 | +148 |
|-----------------------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|
| R, Ом | 85,06 | 96,09 | 100 | 111,67 | 134,71 | 156,58 |

Абсолютную погрешность измерений при преобразовании сопротивления в значение температуры $\Delta t, ^\circ\text{C}$, рассчитать по формуле

$$\Delta t = t_i - t_{эТ}, \quad (11)$$

где t_i – значение температуры, измеренное расходомером, $^\circ\text{C}$;

$t_{эТ}$ – значение температуры, заданное магазином сопротивлений, $^\circ\text{C}$.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения абсолютной погрешности измерений не превышают $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$.

9.6 Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма имитационным методом

9.6.1 Измерение внутреннего диаметра трубы первичного преобразователя

9.6.1.1 Измерение внутреннего диаметра трубы первичного преобразователя проводят с помощью средства измерений длины в восьми равноотстоящих точках (исключая контактные поверхности электродов), примерно через $22,5^\circ$, в трёх поперечных сечениях: в плоскости электродов и на расстоянии $0,25D_u$ в обе стороны от плоскости электродов.

При измерениях фиксируют значение базы L_n и значения отклонений от базы Δ_i .

Результаты измерений заносят в файл поверяемого прибора «НОМЕР ПРИБОРА.dat» в следующем формате:

- значения базы L_n ;
- результат измерений (отклонения от базы) расстояния между электродами $D_э$;
- результаты измерений (отклонения от базы) внутреннего диаметра.

Сначала вводят результаты измерений внутреннего диаметра в плоскости электродов, а затем в сечениях на расстоянии $0,25D_u$ в обе стороны от этой плоскости.

Программа определяет среднее значение диаметра, среднее квадратическое отклонение результатов измерения диаметра.

Среднее значение внутреннего диаметра трубы первичного преобразователя D вычисляется по формуле

$$D = L_n - \frac{1}{24} \cdot \sum_{i=1}^{24} \Delta_i, \quad (12)$$

где L_n – база, мм;
 Δ_i – значения отклонений от базы, мм

Средняя квадратическая относительная погрешность среднего значения внутреннего диаметра рассчитывается программой по формуле

$$\delta_D = \frac{\sqrt{\frac{1}{552} \sum_{i=1}^{24} (L_n - \Delta_i - D)^2}}{D} \cdot 100, \quad (12)$$

Если значение δ_D превышает 1,0 %, преобразователь расхода бракуют.

9.6.1.2 Измерения характерных геометрических размеров локальных преобразователей скорости проводят согласно технической документации на прибор.

9.6.1.3 Измерения площади рабочего сечения канала трубопровода, на котором будут установлены преобразователи скорости выполняют согласно технической документации на прибор.

9.6.1.4 Ввод паспортных данных прибора

Для ввода паспортных данных прибора в основном меню программы выбирают пункт «Паспортные данные прибора». Далее по запросам программы вводят тип, заводской номер и другие параметры прибора.

Ввод паспортных данных в протокол можно проводить вручную или на ПЭВМ непосредственно в файл протокола с использованием любого текстового редактора.

9.6.2 Опробование

Собирают схему в соответствии с приложением Б.

Опробование проводят при расходе, соответствующем 80 % диапазона измерений. При этом погрешность показаний прибора может составить (10 – 15) %.

Запускают программу РОТОКТ. Выбирают пункт меню «Опробование прибора». Затем в диалоговом режиме сообщают программе необходимые сведения о режиме опробования прибора.

Значение R_M магазина сопротивления устанавливается в соответствии с указаниями программы.

9.6.3 Определение погрешности

9.6.3.1 Определение погрешности в режиме измерений объемного расхода

Определение погрешности при измерениях объемного расхода проводят в следующем порядке:

- определяют коэффициент преобразования первичного преобразователя;
- измеряют смещение нуля прибора;
- проверяют установку нуля прибора при заполненном водой канале прибора (при периодической поверке прибора);
- имитируют поток жидкости;
- измеряют на Установке выходной сигнал прибора в поверяемых отметках;
- рассчитывают погрешность.

9.6.3.1.1 Определение коэффициента преобразования первичного преобразователя K_p

Собирают схему в соответствии с приложением В.

Для определения K_p выбирают преобразователь магнитного поля типа Сенсор (далее – Сенсор) в соответствии с типом поверяемого прибора и диаметром условного прохода.

Для приборов с полнопроходными первичными преобразователями применяют Сенсор ПМП - С.

Сенсор ПМП-С устанавливают в соответствии с приложением Г.

При установке Сенсора ПМП-С в трубе первичного преобразователя линии, нанесенные на поверхности сенсора, располагают на уровне электродов параллельно и симметрично линии, проходящей через оси электродов. Плоскость сенсора должна быть параллельна образующим стенки трубы первичного преобразователя. Для более точной установки сенсора целесообразно предварительно на поверхности фланцев нанести риски параллельно и перпендикулярно линии, соединяющей электроды.

Правильность установки сенсора внутри первичного преобразователя проверяют визуально.

При опробовании работы прибора с преобразователями скорости в радиусе 0,5 м от каждого преобразователя скорости не допускают наличия металлических предметов, влияющих на магнитное поле преобразователя скорости.

Далее запускают программу РОТОКТ, выбирают пункт меню «Определение K_p » и в диалоговом режиме выполняют указания программы.

Значение коэффициента первичного преобразователя сообщается на мониторе ПЭВМ.

9.6.3.1.2 Расчёт погрешности измерения K_p (в случае наличия записи о K_p в паспорте на прибор) проводят по формуле

$$\gamma_k = \frac{K_{рф} - K_{рп}}{K_{рп}} \cdot 100, \quad (13)$$

где $K_{рф}$ – фактическое значение;
 $K_{рп}$ – значение K_p , записанное в паспорте на прибор.

Если значение γ_k превышает 0,5 значения погрешности расходомера, то расходомер бракуется.

9.6.3.1.3 Измерения смещения нуля

Собирают схему согласно приложению Б.

Измерительный и согласующий блоки включить в сеть не менее, чем за полчаса до начала измерений.

Смещения нуля определяют в диалоговом режиме под управлением программы «РОТОКТ» и в зависимости от типа поверяемого прибора по пункту меню «Определение смещения нуля».

При наличии частотно-импульсного выхода поверяемого прибора фиксируют количество импульсов за время измерений не менее 180 с для заданного значения расхода.

По окончании сбора и обработки измерений на экране монитора высвечивается значение смещения нуля Q_n .

9.6.3.1.4 Проверка установки нуля при заполненном водой канале расходомера

К первичному преобразователю прикрепляют заглушку и устанавливают преобразователь вертикально заглушенным отверстием вниз, после чего его заполняют водопроводной водой.

Собирают схему соединений согласно штатному подключению расходомера, приведённому в эксплуатационной документации.

При проведении данной операции Сенсор не задействован.

Прогревают расходомер в течение двух часов.

Проводят многократные измерения нуля по табло (не менее 20 – 25 раз) и вычисляют среднее арифметическое значение Q_0 .

При наличии частотно-импульсного выхода подключают его к частотному входу Установки и фиксируют количество импульсов за время измерений не менее 300 с. Вычисляют среднее арифметическое значение нулевого расхода Q_0 .

Значение погрешности определения Q_0 при неподвижной жидкости не должна превышать 0,2 значений погрешности прибора на начальном участке нормированного диапазона измерений.

Если погрешность при измерении нуля составит выше, чем 0,2 от погрешности расходомера, проводят подстройку нуля.

Смещение нуля первичного преобразователя расхода Q_c при заполненном водой канале расходомера вычисляют по формуле

$$Q_c = Q_0 - Q_{и}, \quad (14)$$

Смещение нуля преобразователя расхода не должна превышать предела допускаемой погрешности.

9.6.3.1.5 Имитация потока жидкости (режим поверки прибора)

Собирают схему согласно приложению Б.

Имитацию потока жидкости проводят под управлением программы РОТОКТ.

Поверяемые отметки выбирают в соответствии с п. 9.1, .

По каналам (4 – 20) мА, частотному каналу и интерфейсу RS-485 приём выходного сигнала проводится автоматически. Возможен ручной ввод выходных сигналов расходомера, которые измеряют соответствующими измерительными приборами.

В каждой поверяемой отметке фиксируют по пять показаний выходного сигнала и вводят их в ПЭВМ

При наличии частотно-импульсного выхода поверяемого расходомера фиксируют количество импульсов за время измерений не менее 180 с для конкретного значения расхода.

9.6.3.1.6 Относительную погрешности δ , %, в поверяемых отметках рассчитывают по формуле

$$\delta = \frac{A_{\phi} - A_p}{A_p - A_0} \cdot 100, \quad (15)$$

где A_{ϕ} – фактическое значение выходного сигнала в поверяемых отметках с учётом смещения нуля;

A_p – расчётное значение выходного сигнала прибора в поверяемых отметках;

A_0 – начальное значение выходного сигнала для данного диапазона выходного сигнала преобразователей.

Приведённую погрешность γ , %, в поверяемых отметках рассчитывают по формуле

$$\gamma = \frac{A_{\phi} - A_p}{A_{max} - A_0} \cdot 100, \quad (16)$$

где A_{max} – максимальное значение выходного сигнала для данного диапазона выходного сигнала преобразователей.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности измерений объёмного расхода не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

9.6.3.2 Определение погрешности в режиме измерений объёма

Поверяемые отметки, число измерений и время t выбирают в соответствии с п. 9.1.

Относительную погрешность δ , %, при измерении объема определяют по формуле

$$\delta = \frac{A - V}{V} \cdot 100, \quad (17)$$

где A – показания прибора, м³;
 V – расчётное значение объема, м³, вычисляемое по формуле

$$V = Q \cdot \tau, \quad (18)$$

где Q – значение объёмного расхода на поверяемой отметке, м³/ч;
 V – время, измеренное секундомером (частотомером в режиме измерений временного интервала), ч.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значение погрешности измерений объема не превышает пределов, приведённых в таблице 1.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3. При проведении поверки имитационным методом при положительном результате в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать: «Поверка имитационным методом. Расходомер допущен к применению с пределами допускаемой ...». Указать значения погрешности, рассчитанные в соответствии с таблицей 1 для имитационного метода погрешности для данного расходомера.

10.4. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.5. Знак поверки на СИ наносится в соответствии с приложением А.

10.6. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и при необходимости дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин

Приложение А
(справочное)
Схемы пломбировки

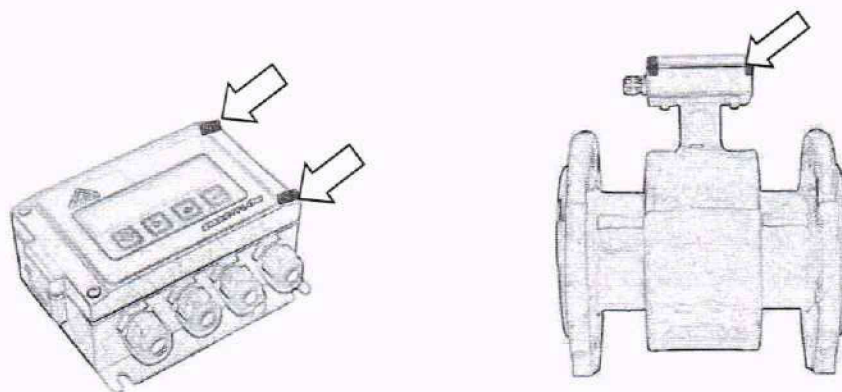


Рисунок А.1 – Места пломбировки от несанкционированного доступа

Приложение Б
(справочное)
Схема подключения Установки Поток-Т при поверке

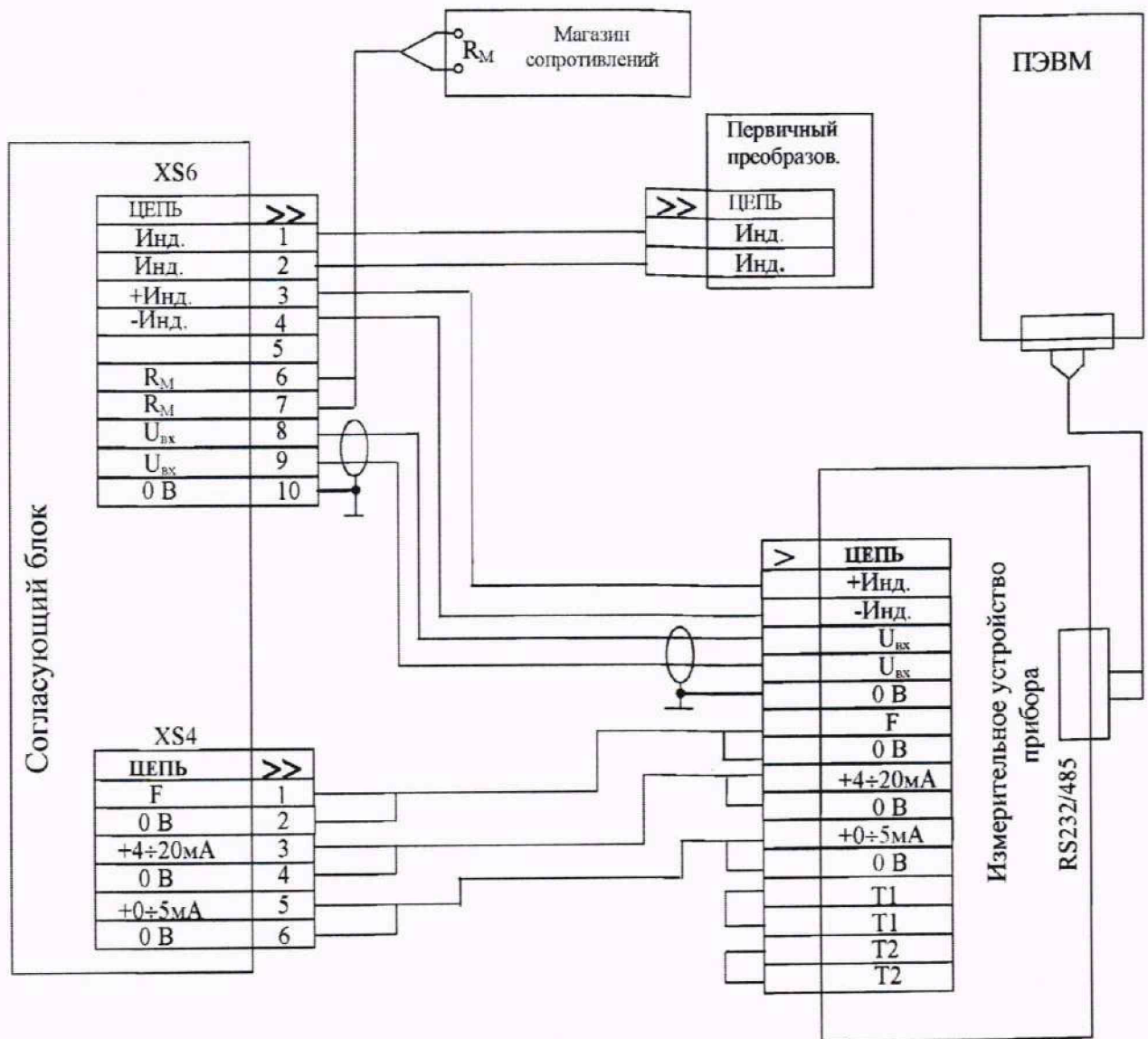


Рисунок Б.1 – Схема подключения

Примечания:

1. Соединения проводить проводом экранированным марки КММ 2×0,35 или неэкранированным марки ПВС 3×0,5, или ПВС 3×0,75. Допускается применять провода с аналогичными характеристиками.
2. Магазин сопротивлений R_M предназначен для расширения диапазона имитирующих сигналов. Его значение указывается программой.

Приложение В
(справочное)

Схема подключения Установки Поток-Т при определении коэффициента преобразования первичного преобразователя

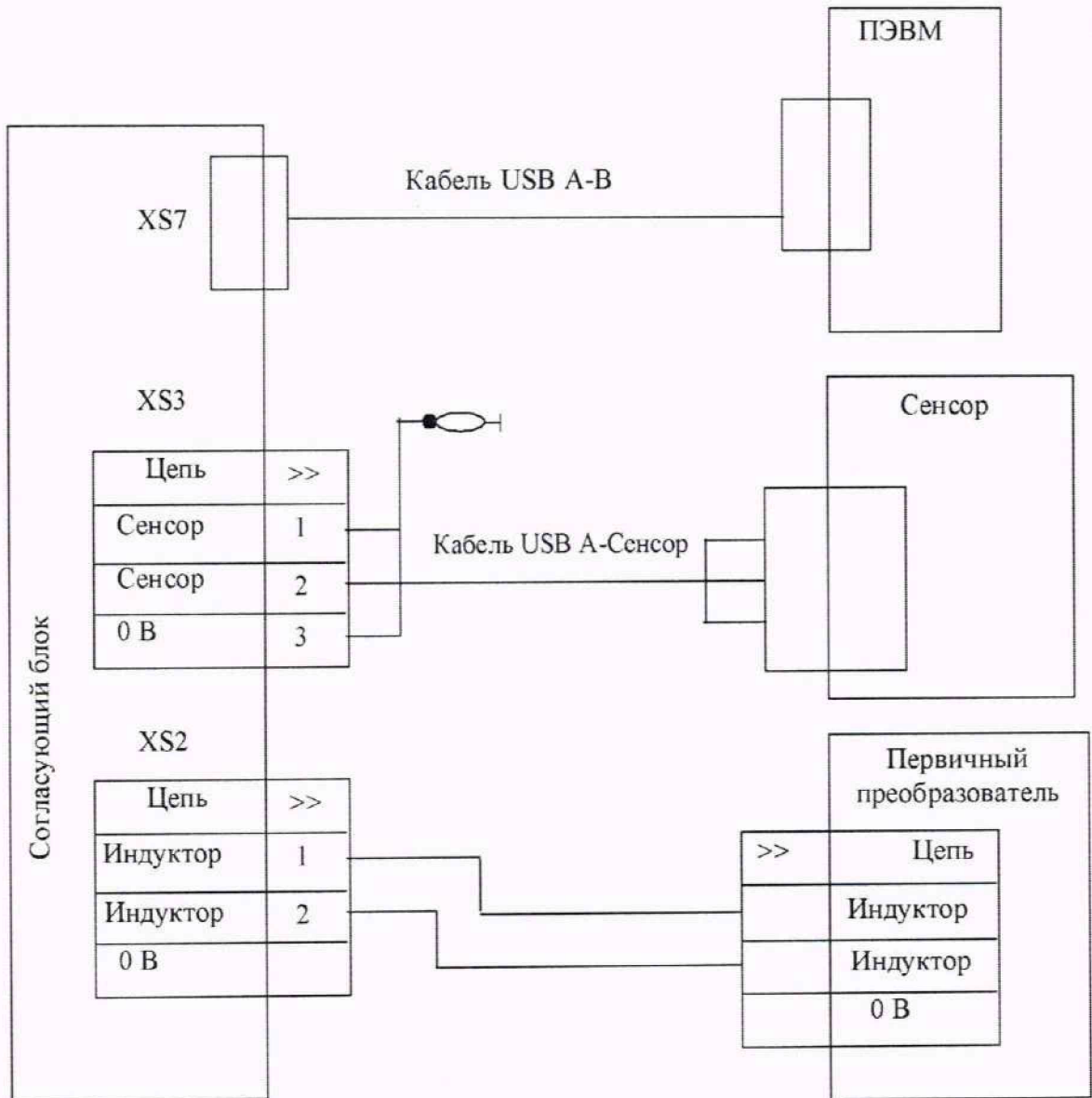


Рисунок В.1 – Схема подключения

Приложение Г
(справочное)

Установка Сенсора ПМП-С в трубе первичного преобразователя (Ду до 375 мм)

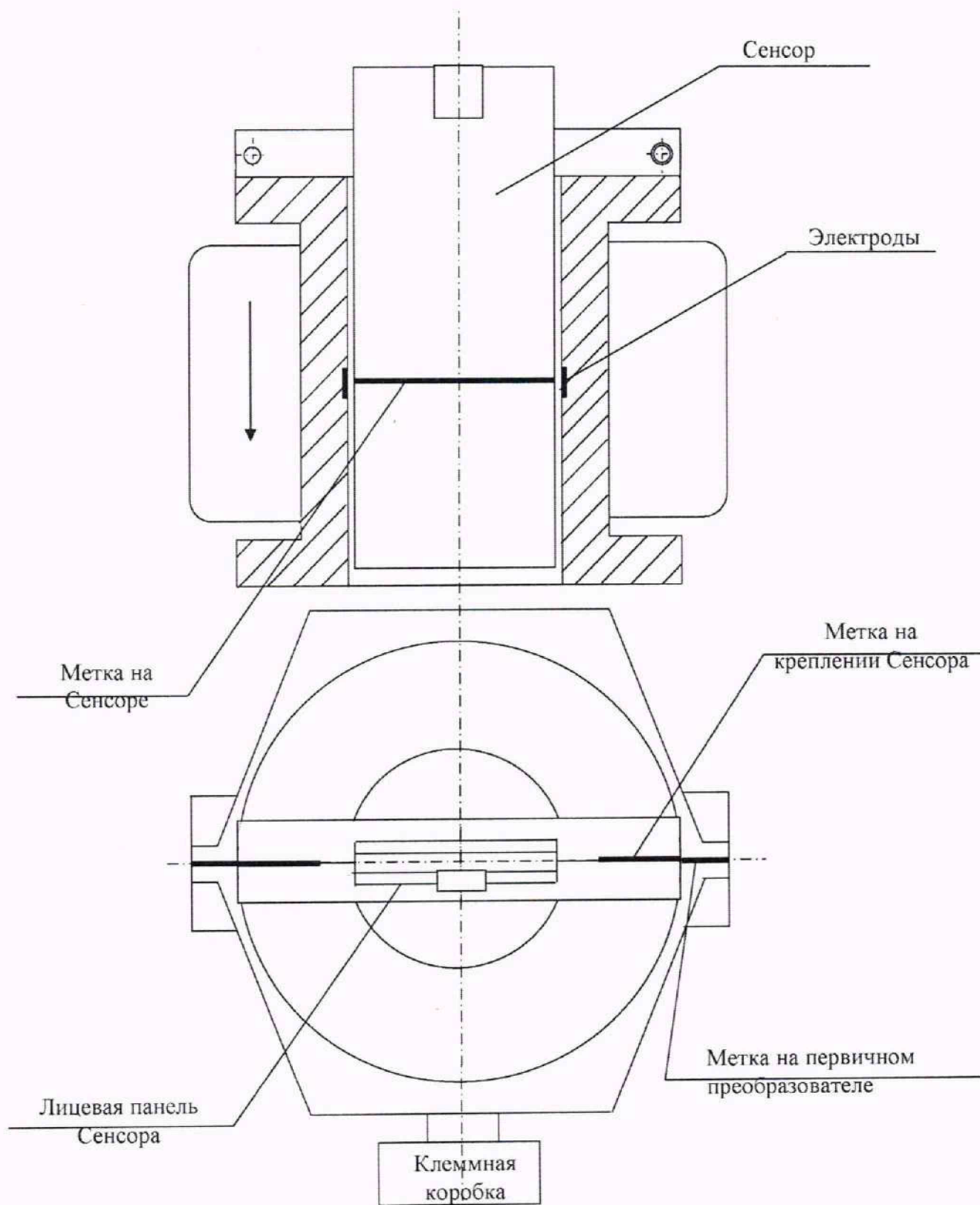


Рисунок Г.1 – Схема установки сенсора

Продолжение Приложения Г
(справочное)

Установка Сенсора ПМП-С в трубе первичного преобразователя (Ди от 400 мм)

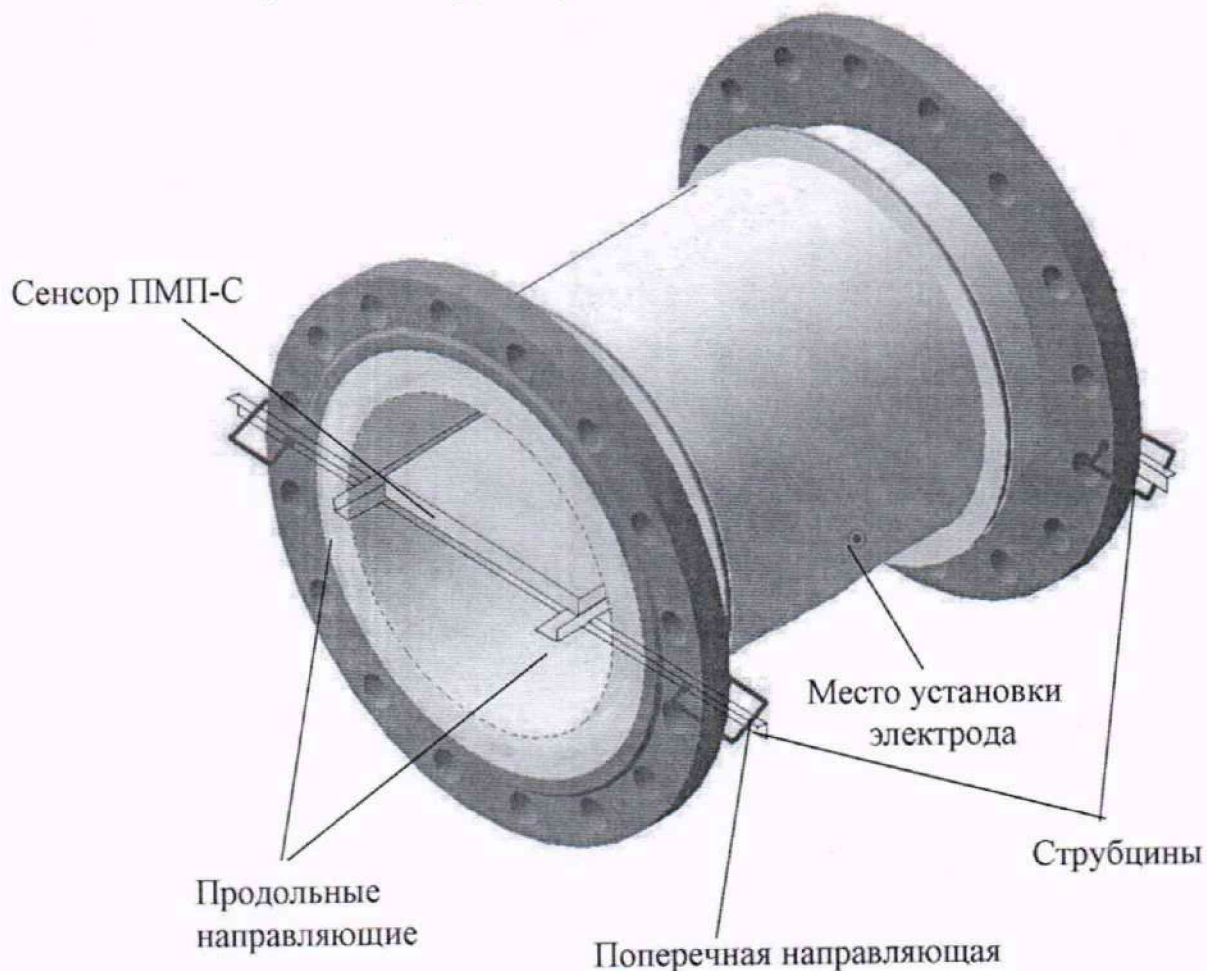


Рисунок Г.2 – Схема установки сенсора

Порядок установки Сенсора:

- с помощью струбцин установить поперечные направляющие на фланцах первичного преобразователя;
- установить продольные направляющие, положив их на поперечные направляющие;
- положить на продольные направляющие Сенсор, добиваясь совпадения линии, нанесённой на поверхности Сенсора с линией проходящей через оси электродов;
- продольные и поперечные направляющие обеспечиваются и изготавливаются заявителем из уголков с полочками 20 мм;
- материал уголков немагнитный;
- длины направляющих определяются по месту.