

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Колонин

" 30 " 08 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи уровня поплавковые
магнитоуправляемые Магнитэк**

**Методика поверки
ГРВТ.407611.001 МП**

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА: Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ФГБУ «ВНИИМС»).

2 ИСПОЛНИТЕЛЬ: научный сотрудник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС» Д.Ю. Семенюк.

3. СОГЛАСОВАНА: заместителем директора по производственной метрологии ФГБУ «ВНИИМС» в 2023 г.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1 Общие положения | 4 |
| 2 Перечень операций поверки..... | 4 |
| 3 Требования к условиям проведения поверки | 5 |
| 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 5 |
| 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки..... | 5 |
| 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки | 6 |
| 7 Внешний осмотр средства измерений..... | 7 |
| 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 7 |
| 9 Проверка программного обеспечения средства измерений..... | 8 |
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям..... | 8 |
| 11 Оформление результатов поверки..... | 11 |
| Приложение А Схемы подключения преобразователей при поверке..... | 12 |
| Приложение Б Форма протокола поверки преобразователей | 13 |

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи уровня поплавковые магнитоуправляемые Магнитэк (далее – преобразователи), и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверки.

1.2 Метрологические характеристики поверяемых преобразователей подтверждаются методом непосредственного сличения уровня (длины).

1.3 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей к Государственному первичному эталону единицы длины (уровня) ГЭТ 2-2021, в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459. Реализован метод прямых измерений и непосредственного сличения с рабочими эталонами.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

| Наименование операции | Обязательность выполнения операций поверки при: | | Номер раздела (пункта) методики поверки |
|--|---|-----------------------|---|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| 1 Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 7 |
| 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Да | Да | 8 |
| 3 Проверка программного обеспечения средства измерений | Да | Да | 9 |
| 4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | | | 10 |
| 4.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) преобразователя | Да | Да | 10.1 |
| 4.2 Определение вариации измерений уровня (уровня раздела сред) | Да | Да | 10.2 |
| 4.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала | Да | Да | 10.3 |
| 5 Оформление результатов поверки | Да | Да | 11 |

2.2 Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку не проводят, результат поверки считается отрицательным.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях (при полном демонтаже) должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- электропитание преобразователей осуществляется напряжением постоянного тока номинального значения ($24,00 \pm 2,4$) В.

3.2 Должны отсутствовать вибрация, тряска, внешние магнитные поля, кроме земного.

3.3 Изменение уровня (положения поплавка) должно быть плавным, без перехода за проверяемую отметку.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей на данный вид средств измерений.

4.2 Весь персонал, участвующий в поверке должен иметь квалификационную группу допуска к работам не ниже требуемой нормативной документацией, действующей на предприятии и в отрасли.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки, применяемые при проведении поверки

| Номер пункта методики поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|-------------------------------|--|--|
| 3 | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 75 % с погрешностью не более 2%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от $8,4 \cdot 10^4$ до $10,7 \cdot 10^4$ Па, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа | Термогигрометр автономный мод. ИВА-6А-Д зав. № 22936 Рег. № 82393-21 |
| 8, 9, 10.1 | Источник питания постоянного тока импульсный, диапазон значений напряжения постоянного тока от 0 до 60 В, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm 0,9 (0,01 \cdot U_{уст} + 0,3)$ В, где $U_{уст}$ – значения выходного напряжения по встроенному индикатору | Источник питания постоянного тока импульсный АКПП-1103 Рег. № 37469-08 |
| 8.1 | Мегаомметр с диапазоном измерений сопротивления от 0 до 1000) МОм; номинальным напряжением 100 / 250/ 500 В; ПГ $\pm 15,0$ % | Мегаомметр ЭС0202/1М-Г Рег. № 60787-15 |

Продолжение таблицы 5.1

| Номер пункта методики поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|-------------------------------|---|--|
| 8, 10.1 | Средство измерений силы постоянного тока с диапазоном измерений от 0 до 25 мА, ПГ $\pm (1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Изм} + 0,001)$ мА | Калибратор многофункциональный портативный МЕТРАН 510-ПКМ Рег. № 78205-20 |
| 8, 10.1 | Установка поверочная уровнемерная, соответствующая рабочему эталону 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений, соответствующим диапазону измерений поверяемого преобразователя и пределами абсолютной погрешности, не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя. | Установка для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ-АА-12-ТПКБЭ Рег. № 89465-23 |
| 10.1 | Рулетка измерительная с грузом/без груза 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандата от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого преобразователя | Рулетка измерительная Р10У2К Рег. № 55464-13 |

5.2 Допускается применение других средств поверки с характеристиками, отвечающими вышеуказанным требованиям.

5.3 При поверке по цифровому выходу результаты измерений считываются с ЖКИ дисплея поверяемого преобразователя. При поверке преобразователя по токовому выходу, показания снимаются с калибратора многофункционального.

5.4 Средства поверки, используемые при поверке должны быть поверены и иметь сведения о поверке, отраженные в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, или аттестованными в качестве эталонов в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации применяемых средств поверки и поверяемого преобразователя, приведенными в эксплуатационной документации.

6.2 Монтаж электрических соединений необходимо проводить в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и «Правилами устройства электроустановок» (раздел VII).

6.3 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводить визуально.

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие преобразователя следующим требованиям:

- комплектность преобразователя соответствует требованиям эксплуатационной документации на преобразователь;
- маркировка преобразователя должна быть четкой и соответствовать требованиям руководства по эксплуатации;
- должны отсутствовать механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики преобразователя, а также препятствующие проведению поверки.

7.3 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если соблюдаются все вышеперечисленные требования.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке средства измерений

8.1.1 Проконтролировать условия проведения поверки на соответствие разделу 3.

8.1.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные действия:

- выдержать преобразователь не менее 2 часов в помещении, где будут проводить поверку;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки, по их подготовке к измерениям;
- подключить поверяемый преобразователь в соответствии с приложением А;
- выдержать преобразователь во включенном состоянии не менее 30 мин.

8.1.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Провести проверку электрического сопротивления изоляции относительно корпуса. Проверку проводить при отключенном электропитании мегаомметром испытательным напряжением 100 В.

Результаты проверки считать положительными, если электрическое сопротивление изоляции цепей электропитания относительно корпуса не менее 100 МОм.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 При опробовании проверяют изменение выходного сигнала при изменении уровня измеряемой среды.

Разместить преобразователь горизонтально на опорах, удерживающих чувствительный элемент в горизонтальной плоскости. Поплавок (поплавки) переместить в крайнее нижнее положение. Подключить преобразователь в соответствии с приложением А. Аналоговый выходной сигнал контролировать калибратором многофункциональным в режиме измерения постоянного тока, цифровой выходной сигнал контролировать по значению в поле «Уровень» программы TickModScan (карта регистров Magnit).

Включить электропитание. Включить опрос по цифровому выходу. Плавно перемещать поплавок от нижнего положения до верхнего и обратно. При перемещении поплавок непрерывно контролировать изменение выходного сигнала от минимального максимального значения.

При опробовании преобразователя с двумя поплавками проверку производить перемещением до максимального значения сначала верхнего поплавка, затем нижнего и перемещением вниз сначала нижнего поплавка, затем верхнего.

Выходной аналоговый сигнал должен изменяться в соответствии с положением поплавка на штанге чувствительного элемента от минимального до максимального значения (от 4 до 20 мА и обратно). Значения в полях «Уровень» и «Раздел сред» должны соответствовать положению верхнего и нижнего поплавков.

Результаты опробования считать положительными, если:

а) в крайнем нижнем положении поплавка значение:

- выходного аналогового сигнала – $(4,000 \pm 0,024)$ мА;

- выходного цифрового сигнала в поле «Уровень» должно быть $\pm 0,05$ мм;

- выходного цифрового сигнала в поле «Раздел сред» должно быть «NAN» – не обнаружен второй поплавок (при его отсутствии);

- уровня по индикатору 0 мм.

б) при перемещении поплавка вверх выходные сигналы увеличивались до максимальных значений. При перемещении поплавка вниз выходные сигналы уменьшались до минимальных значений.

8.2.2 Допускается проведение опробования преобразователя на уровнемерной установке при изменении уровня от минимального до максимального уровня и обратно с контролем выходных сигналов аналогично п. 8.2.1.

8.2.3 Результат опробования считать положительным, если при перемещении поплавка уровня (необходимо соблюдать раздела сред) преобразователя вдоль направляющей в одну или другую сторону, или при изменении уровня измеряемой жидкости в резервуаре, показания уровня, считываемые по индикатору, по цифровому выходу, по аналоговому токовому выходу 4-20 мА должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления перемещения жидкости, или магнитного поплавка. Данную операцию проводят на всем рабочем диапазоне измерений поверяемого преобразователя.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 В рамках процедуры проверки программного обеспечения необходимо согласно эксплуатационной документации вывести на показывающее устройство цифровой идентификатор и номер версии программного обеспечения средства измерений, после чего сравнить их с приведёнными в паспорте.

9.2 Результат проверки программного обеспечения считается положительным, если цифровой идентификатор и номер версии программного обеспечения, выводимые на показывающее устройство и указанные в паспорте преобразователя идентичны, и не противоречат данным, указанным в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) преобразователя

Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) проводят на уровнемерной поверочной установке или с помощью рулетки измерительной имитационным способом.

Определение основной абсолютной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) на уровнемерной поверочной установке проводится методом сличения уровня, воспроизведенного установкой, с измеренным преобразователем значением уровня, установленного в нее.

При определении основной абсолютной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) имитационным методом действительное значение уровня определять измерением рулеткой измерительной расстояние между элементом присоединения преобразователя и поплавком. Положение поплавка, определяющее действительное значение уровня, задавать непосредственным перемещением поплавка вдоль чувствительного элемента. Отсчетной меткой положения поплавка является метка, нанесенная на его корпусе.

Преобразователь подключить в соответствии со схемой приложения А.

Выходной аналоговый сигнал контролировать калибратором многофункциональным портативным МЕТРАН 510-ПКМ в режиме измерения силы постоянного тока, выходной цифровой сигнал контролировать с помощью программы TickModScan (карта регистров Magnit) по значениям в полях «Уровень» и «Раздел сред». При наличии индикатора дополнительно контролировать измеренное значение уровня по индикатору.

Поплавок установить в крайнее нижнее положение. Преобразователь включить.

Фиксировать значения выходного сигнала по аналоговому и цифровому выходам, состояние выходных реле, измеренные значения уровня (уровня раздела сред) по индикатору.

Значение выходных сигналов должны быть следующими:

- выходной аналоговый сигнал – $(4,000 \pm 0,024)$ мА;
- выходной цифровой сигнал в поле «Уровень» – $\pm 0,05$ мм;
- выходной цифровой сигнал в поле «Раздел сред» – «NAN» (не обнаружен второй поплавок);
- значение уровня по индикатору – ± 0 мм;
- значение уровня раздела сред должно отсутствовать.

Основную абсолютную погрешность измерений уровня определять сначала для поплавка, измеряющего уровень среды, потом для поплавка, измеряющего уровень раздела сред (при его наличии), поочередно при прямом и обратном ходе. Проверку производить не менее трех раз.

Проверку проводить при значениях уровня измеряемой среды 5, 10, 40, 70 и 100 %. При приближении к точкам контроля уровня скорость изменения уровня измеряемой среды не должна превышать 5 мм/с.

Определение основной абсолютной погрешности проводить по цифровому выходному сигналу и местному индикатору. Для преобразователей исполнений А, АР без местного индикатора определение погрешности проводить только по аналоговому выходному сигналу.

При достижении поплавком заданного значения уровня поплавки выдерживать в заданном положении не менее 15 с, после чего фиксировать значения выходного сигнала по аналоговому и цифровому выходам, измеренные значения уровня по индикатору и действительное значение уровня по отсчетному устройству установки.

Измеренное значение уровня по аналоговому выходному сигналу вычислить по формуле

$$H_{izm_a} = \frac{I_{izm_a} - 4}{16} \cdot (H_{max} - H_{min}) + H_{min}, \quad (10.1)$$

где I_{izm_a} – измеренное значение выходного сигнала, зафиксированного в точке контроля, мА;

H_{max} – верхний предел диапазона измерений уровня (уровня раздела сред), мм;

H_{min} – нижний предел диапазона измерений уровня (уровня раздела сред), мм.

Основную абсолютную погрешность измерений уровня (уровня раздела сред) ΔH , мм, вычислить по формуле (10.2). Погрешность вычислять для аналогового и цифрового выходов.

$$\Delta H = H_{izm} - H_d, \quad (10.2)$$

где H_d – действительное значение уровня по уровнемерной установке, мм;

H_{izm} – измеренное значение уровня преобразователем, мм.

Результаты поверки считать положительными, если значения основной абсолютной погрешности ни в одном из измерений не превышают пределов допускаемой основной абсолютной погрешности, указанных в паспорте на поверяемый преобразователь.

Результаты поверки при использовании информации токового выхода считаются положительными, если значение основной абсолютной погрешности измерений уровня при использовании токового выхода не превышает допустимых значений определяемых по формуле

$$\Delta H_{дон} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{дон}^2 + \left(\frac{\gamma}{100} \times L\right)^2} \quad (10.3)$$

где $\Delta_{дон}$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня, мм для соответствующего исполнения преобразователя;

γ – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования значения уровня в стандартный токовый выходной сигнал, 0,15 %;

L – диапазон измерений уровня уровнемером, мм.

10.2 Определение вариации измерений уровня (уровня раздела сред)

Вариацию β , мм, вычислять в точках контроля уровня 5, 10, 40 и 70 % по значениям основной абсолютной погрешности уровня, определенным по п. 10.1, по формуле

$$\beta = |\Delta H1 - \Delta H2| \quad (10.4)$$

где $\Delta H1$ – значение основной абсолютной погрешности, определенной при повышении уровня, мм;

$\Delta H2$ – значение основной абсолютной погрешности, определенной при понижении уровня, мм.

Результаты поверки считать положительными, если вычисленные значения вариации измерений уровня (уровня раздела сред) не превысили пределов допускаемой основной абсолютной погрешности, указанных в п. 10.1 для соответствующего исполнения преобразователя.

10.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала (поверка по данному пункту проводится только для преобразователей исполнения АЦ и исполнений А, АР с местной индикацией)

Значения приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала γHa , %, вычислять по формуле (10.5) по измеренным значениям уровня по аналоговому и цифровому выходным сигналам, определенным в точках контроля 0, 10, 40, 70 и 100 % при определении основной абсолютной погрешности измерений уровня по п.10.1 настоящей методики.

$$\gamma Ha = \frac{(H_{izm-a} - H_{izm})}{(H_{max} - H_{min})} \cdot 100\%, \quad (10.5)$$

Результаты поверки считают положительными, если приведенная погрешность воспроизведения выходного аналогового сигнала не превысила $\pm 0,15$ % диапазона воспроизведения выходного аналогового сигнала.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформить протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

11.2 Передать сведения о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки преобразователь признать годным к эксплуатации, оформить по заявлению владельца средства измерений (далее - СИ) или лица, представившего его на поверку, свидетельство о поверке СИ.

11.4 При отрицательных результатах поверки преобразователь признать непригодным к применению, оформить по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку извещение о непригодности к применению.

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Д. Ю. Семенюк

Приложение А
(обязательное)

Схемы подключения преобразователей при поверке

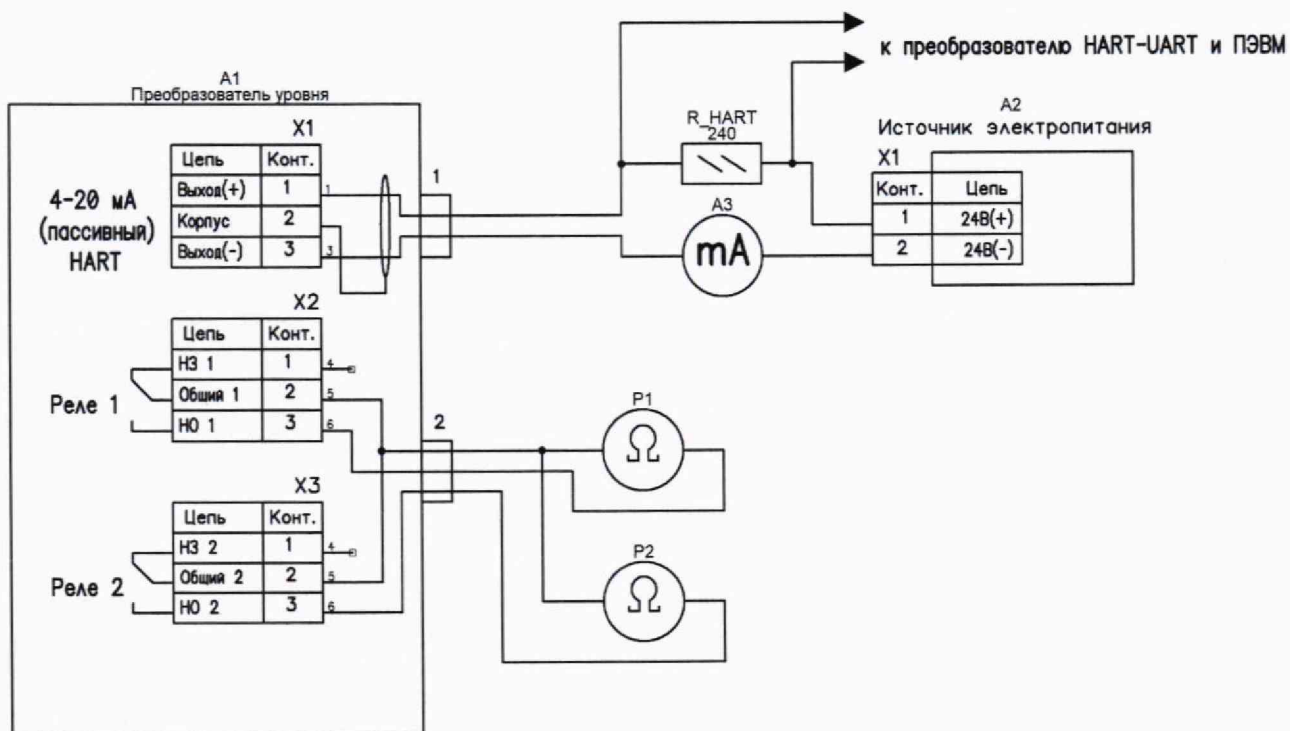


Рисунок А.1 – Схема электрическая подключения преобразователей исполнений А, АР, АЦ при поверке

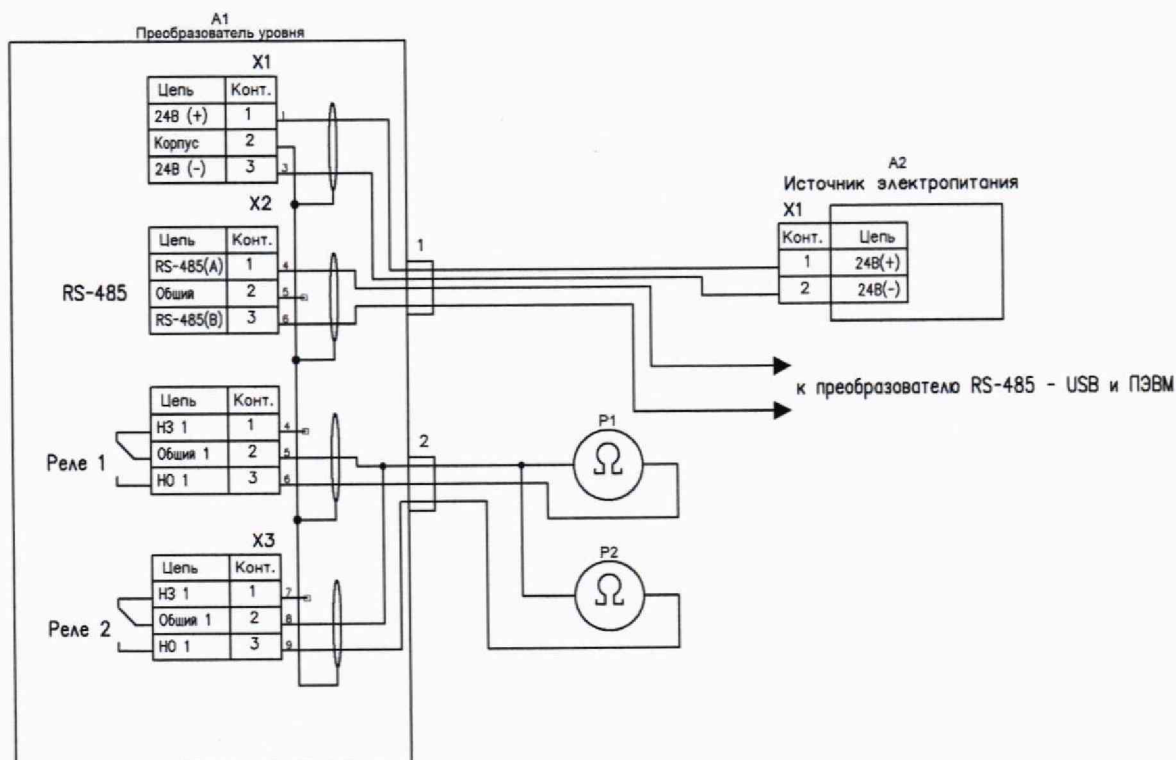


Рисунок А.2 – Схема электрическая подключения преобразователей исполнения 485 при поверке

**Приложение Б
(рекомендуемое)**

Форма протокола поверки преобразователей

Протокол поверки

Дата проведения поверки _____
Наименование и тип поверяемого средства измерений _____
Заводской номер _____
Место проведения поверки _____
Методика поверки _____
Условия поверки _____

Средства поверки

(наименование, тип, заводской номер)

Б.1 Внешний осмотр средства измерений

(результат проверки)

Б.2 Опробование средства измерений

(результат проверки)

Б.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

(результат проверки, идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО)

Б.4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты проверок представлены в таблице Б.1

Таблица Б.1

| Точка контроля, % | Точка контроля, мм | Действительное значение уровня (уровня раздела сред), H_d , мм | Измеренное значение силы тока по аналоговому выходному сигналу, I_{izm} , мА | Измеренное значение уровня (уровня раздела сред) по аналоговому выходному сигналу, H_{izm_a} , мм | Измеренное значение уровня (уровня раздела сред) по цифровому выходному сигналу, $H_{izm_цифр}$, мм | Измеренное значение уровня (уровня раздела сред) по индикатору, $H_{izm_инд}$, мм | Основная абсолютная погрешность измерения уровня (уровня раздела сред) по цифровому выходному сигналу, $\Delta H_{цифр}$, мм | Вариация измерения уровня (уровня раздела сред) по цифровому выходному сигналу, $\beta_{цифр}$, мм | Основная абсолютная погрешность измерения уровня (уровня раздела сред) по индикатору, $\Delta H_{инд}$, мм | Вариация измерения уровня (уровня раздела сред) по индикатору, $\beta_{инд}$, мм | Приведенная погрешность воспроизведения выходного аналогового сигнала, γ_{Ha} , % |
|-------------------|--------------------|--|--|--|---|---|---|---|---|---|--|
| 0 | | | | | | | | - | | - | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | - | | - | |
| 70 | | | | | | | | - | | - | |
| 40 | | | | | | | | - | | - | |
| 10 | | | | | | | | - | | - | |
| 5 | | | | | | | | - | | - | |
| 0 | | | | | | | | - | | - | |

Таблица Б.1 продолжение

| Точка контроля, % | Точка контроля, мм | H_d , мм | I_{izm} , мА | H_{izm_a} , мм | $H_{izm_цифр}$, мм | $H_{izm_инд}$, мм | $\Delta H_{цифр}$, мм | $\beta_{цифр}$, мм | $\Delta H_{инд}$, мм | $\beta_{инд}$, мм | γ_{Ha} , % |
|-------------------|--------------------|------------|----------------|-------------------|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| 0 | | | | | | | | - | | - | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | - | | - | |
| 70 | | | | | | | | - | | - | |
| 40 | | | | | | | | - | | - | |
| 10 | | | | | | | | - | | - | |
| 5 | | | | | | | | - | | - | |
| 0 | | | | | | | | - | | - | |

Таблица Б.1 продолжение

| Точка контроля, % | Точка контроля, мм | H_d , мм | I_{izm} , мА | H_{izm_a} , мм | $H_{izm_цифр}$, мм | $H_{izm_инд}$, мм | $\Delta H_{цифр}$, мм | $\beta_{цифр}$, мм | $\Delta H_{инд}$, мм | $\beta_{инд}$, мм | γ_{Ha} , % |
|-------------------|--------------------|------------|----------------|-------------------|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| 0 | | | | | | | | - | | - | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | - | | - | |
| 70 | | | | | | | | - | | - | |
| 40 | | | | | | | | - | | - | |
| 10 | | | | | | | | - | | - | |
| 5 | | | | | | | | - | | - | |
| 0 | | | | | | | | - | | - | |

Заключение _____

(годен, не годен, указать причины)

Поверитель _____

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)