



СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А. Лапшинов

«11» мая 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.

Преобразователи давления измерительные SUP

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-565/05-2023

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления измерительные SUP (далее по тексту - преобразователи) и устанавливает методы их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений: к ГЭТ 23-2010 «ГПЭ единицы давления-паскаля» и к ГЭТ 43-2022 «ГПЭ единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см²», к ГЭТ 95-2020 «ГПСЭ единицы давления для разности давлений», к ГЭТ 101-2011 «ГПСЭ единицы давления для разности давлений».

Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методом непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции при		Номер пункта методики
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований давления	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2. При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки преобразователь бракуют и его поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 23±2;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

3.2 Перед проведением поверки преобразователей должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- преобразователь должен быть выдержан не менее 2 часов при температуре, указанной в п. 3.1, если иное не указано в документации на преобразователь;
- выдержка преобразователя перед началом поверки не менее 1 минуты после включения питания, если иное не указано в эксплуатационной документации;
- преобразователь должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации на преобразователь и средства поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый преобразователь и средства измерений (далее – СИ), участвующих при проведении поверки. При проведении поверки достаточно участие одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	<p>Средство измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений: от +15 °С до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,2$ °С;</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды, диапазон измерений: от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности: ± 2 %;</p> <p>Средство измерений атмосферного давления, диапазон измерений: от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,3$ кПа</p>	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д (рег. № 71394-18)
п.8, п.9 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Средства измерений избыточного давления, избыточного давления-разрежения в диапазоне значений: от минус 0,1 до 60 МПа с допускаемой приведенной погрешностью к диапазону измерений и преобразований: $\pm 0,03$ %;</p> <p>Средства измерений абсолютного давления в диапазоне значений: от 0 до 60 МПа с допускаемой приведенной погрешностью к диапазону измерений и преобразований: $\pm 0,03$ %;</p> <p>Средства измерений разности давлений в диапазоне значений: от 0 до 3 МПа с допускаемой приведенной погрешностью к диапазону измерений и преобразований: $\pm 0,03$ %;</p> <p>Средства измерений гидростатического давления в диапазоне значений: от 0 до 42 МПа с допускаемой приведенной погрешностью к диапазону измерений и преобразований: $\pm 0,03$ %;</p> <p>Средство измерений для воспроизведений напряжения постоянного тока: от 5 до 42 В, Средство измерений для измерений силы</p>	<p>Преобразователи давления эталонные ПДЭ (рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 58668-14)</p> <p>Барометр образцовый переносной БОП-1М (рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 26469-17)</p> <p>Секундомер механический типа СоСпр (рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 11519-11)</p> <p>Источник питания постоянного тока GPC, GPR, GPS, PSM (рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 55898-13)</p> <p>Мультиметр 3458А (рег. номер в Федеральном информационном</p>

	постоянного тока: от 4 до 20 мА, для измерений напряжения постоянного тока: от 0 до 10 В	фонде по обеспечению единства измерений № 25900-03)
--	--	---

5.2 Все средства поверки, указанные в таблице 2 должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых преобразователей с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке преобразователей выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки.

6.2 Запрещается отсоединять поверяемый преобразователь от источника давления без предварительного сброса давления до атмосферного.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации и отсутствие внешних дефектов, повреждений и следов коррозии, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики поверяемого преобразователя.

7.2 Преобразователь должен быть чистым и не должен иметь повреждений корпуса и штуцера, препятствующих прочному присоединению к устройству создания давления. На дисплее (при его наличии) должны отсутствовать повреждения.

7.3 Преобразователь, не удовлетворяющий требованиям п.п. 7.1 – 7.2, не подлежит поверке до устранения неисправностей и несоответствий. После их устранения внешний осмотр проводят в полном объеме.

Примечание: Преобразователи кислородного исполнения сдаются в поверку только с письменной гарантии об обезжиривании. Преобразователь должен иметь обозначение – кислород.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При опробовании проверяют герметичность системы при давлении, равном верхнему пределу измерений преобразователя.

8.2 В соответствии с эксплуатационной документацией преобразователь подключают к системе давления.

8.3 В систему подают давление, равное верхнему пределу диапазона измерений давления (далее – ВПИ), и выдерживают под этим давлением не менее двух минут. Затем систему отключают от устройства, создающего давление. Значения давления контролируют по эталонным средствам измерения и показаниям поверяемого преобразователя.

8.4 Измерительную систему считают герметичной, если в указанный период времени под давлением, равным или близким верхнему пределу настроенного диапазона измерений давления, не наблюдается падения давления.

8.5 В случае отсутствия герметичности системы проводят операции по поиску и устранению источников утечки давления и проверяют герметичность системы заново.

8.6 Результаты опробования считают положительными, если по операциям п.п. 8.2-8.5 была достигнута герметичность системы, а показания измерений давления преобразователем изменялись.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований избыточного давления, избыточного давления-разрежения, гидростатического давления

9.1.1 Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований избыточного давления, избыточного давления-разрежения, гидростатического давления проводят в следующей последовательности:

– Подключить поверяемый преобразователь давления согласно схемам подключения, приведенным в Приложении А настоящей методики поверки;

– Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований давления проводят не менее чем при пяти значениях (точках) давления, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений. Точки рекомендуется выбирать из ряда предельно близких к значениям: 0-5; 20-30; 45-55; 70-80; 95-100 % диапазона измерений давления;

– Давление плавно повышают и проводят отсчет показаний в заданных точках (прямой ход). На верхнем пределе измерений преобразователь выдерживают под давлением в течение 5 минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении (обратный ход);

– При воспроизведении давления снимают показания с эталона и с поверяемого преобразователя, при необходимости измеряют и регистрируют выходной сигнал при помощи мультиметра;

– Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения выходной измеряемой величины определяют по формулам:

Для преобразователей с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины по формуле (1):

$$I_{расч} = I_H + \frac{I_B - I_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (1)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА;

P – действительное значение входной измеряемой величины (для преобразователей давления-разрежения значение в области разрежения подставляется со знаком «минус»), МПа;

P_B – верхний предел измерений (далее – ВПИ) давления поверяемого преобразователя, МПа;

P_H – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователя давления-разрежения, для которого это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком «минус», МПа.

Для преобразователей с линейно убывающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины по формуле (2):

$$I_{расч} = I_B + \frac{I_H - I_B}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (2)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА;

P – действительное значение входной измеряемой величины – разность давлений, МПа;

P_B – ВПИ поверяемого преобразователя, МПа;

P_H – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователя давления-разрежения, для которого это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком «минус», МПа.

Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня по формуле (3):

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \cdot \sqrt{\frac{P}{P_B}}, \quad (3)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя, мА;

P – действительное значение входной измеряемой величины – разность давлений, МПа;

P_B – ВПИ поверяемого преобразователя, МПа;

Для преобразователей с выходным информационным сигналом в цифровом формате, в зависимости от характеристики преобразования:

- с линейно возрастающей функцией преобразования по формуле (4):

$$N_{расч} = N_H + \frac{N_B - N_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (4)$$

где $N_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_H и N_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного информационного сигнала поверяемого преобразователя в цифровом формате;

P – действительное значение входной измеряемой величины (для преобразователей давления-разрежения значение в области разрежения подставляется со знаком «минус»), МПа;

P_B – верхний предел измерений (далее – ВПИ) давления поверяемого преобразователя, МПа;

P_H – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователя давления-разрежения, для которого это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком «минус», МПа.

- с линейно убывающей функцией датчика по формуле (5):

$$N_{расч} = N_B + \frac{N_B - N_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (5)$$

где $N_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_H и N_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного информационного сигнала поверяемого преобразователя в цифровом формате;

P – действительное значение входной измеряемой величины (для преобразователей давления-разрежения значение в области разрежения подставляется со знаком «минус»), МПа;

P_B – верхний предел измерений (далее – ВПИ) давления поверяемого преобразователя, МПа;

P_H – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователя давления-разрежения, для которого это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком «минус», МПа.

- с функцией преобразователя по закону квадратного корня по формуле (6):

$$N_{расч} = N_H + (N_B - N_H) \cdot \sqrt{\frac{P}{P_B}}, \quad (6)$$

где $N_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_H и N_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного информационного сигнала поверяемого преобразователя в цифровом формате;

P – действительное значение входной измеряемой величины (для преобразователей давления-разрежения значение в области разрежения подставляется со знаком «минус»), МПа;

P_B – верхний предел измерений (далее – ВПИ) давления поверяемого преобразователя, МПа;

P_H – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователя давления-разрежения, для которого это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком «минус», МПа.

9.2 Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований абсолютного давления

9.2.1 Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований абсолютного давления проводят в следующей последовательности:

– Подключить поверяемый преобразователь давления согласно схемам подключения, приведенным в Приложении А настоящей методики поверки;

– Определение допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений и преобразований давления проводят не менее чем при пяти значениях (точках) давления, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений;

– Давление плавно повышают и проводят отсчет показаний в заданных точках (прямой ход). После чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении (обратный ход);

– При воспроизведении давления снимают показания с эталона и с поверяемого преобразователя, при необходимости измеряют и регистрируют выходной сигнал при помощи мультиметра;

– Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения выходной измеряемой величины определяют по формулам:

Для преобразователей с токовым выходным сигналом по формуле (7):

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм} + P(\pm)}{P_{B(a)}}, \quad (7)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя, мА;

P – действительное значение входной измеряемой величины – разность давлений, МПа;

$P_{атм}$ – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;

$P_{B(a)}$ – ВПИ преобразователя абсолютного значения, МПа;

$P(+)$ – избыточное давление, подаваемое в преобразователь, МПа;

$P(-)$ – разрежение, создаваемое в преобразователе, МПа.

Для преобразователей с выходным сигналом в цифровом формате по формуле (8):

$$N_{расч} = N_H + (N_B - N_H) \cdot \frac{P_{атм} + P(\pm)}{P_{B(a)}}, \quad (8)$$

где $N_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_H и N_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного информационного сигнала поверяемого преобразователя в цифровом формате;

$P_{атм}$ – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;

$P_{B(a)}$ – ВПИ преобразователя абсолютного значения, МПа;

$P(+)$ – избыточное давление, подаваемое в преобразователь, МПа;

$P(-)$ – разрежение, создаваемое в преобразователе, МПа.

Расчетные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе преобразователя определять по формуле (9):

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм}}{P_{B(a)}}, \quad (9)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя, мА;

$P_{атм}$ – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;

$P_{B(a)}$ – ВПИ преобразователя абсолютного значения, МПа;

9.3 Допускаемую основную приведенную погрешность измерений и преобразований давления определять по формулам:

$$\gamma = \frac{I - I_{расч}}{I_B - I_H} \cdot 100, \quad (10)$$

где, γ – приведенная погрешность, %

$I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА;

$$\gamma = \frac{U - U_{расч}}{U_B - U_H} \cdot 100, \quad (11)$$

где, γ – приведенная погрешность, %

$U_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала напряжения постоянного тока, В;

U_H и U_B – нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя,

В;

$$\gamma = \frac{P - P_{ном}}{P_d} \cdot 100, \quad (12)$$

где, γ – приведенная погрешность, %

P – давление, измеренное преобразователем, МПа;

$P_{ном}$ – давление, заданное эталоном, МПа;

P_d – сумма абсолютных значений верхних пределов измерений преобразователя давления-разрежения ($P_B = P_{B(+)} + |P_{B(-)}|$), для остальных преобразователей диапазон измерений преобразователя, МПа.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Поверяемое средство измерений соответствует метрологическим требованиям в случае, если все операции данной методики поверки выполняются, а полученные (рассчитанные) значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа на преобразователи давления измерительные SUP.

10.2 Конечные результаты расчетов должны быть представлены с соблюдением правил округления и обязательным указанием единиц измерений вычисленной физической величины.

Преобразователи давления измерительные SUP не применяются в качестве эталонов.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При положительных результатах поверки данные передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, в объеме проведенной поверки, на преобразователь по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.2 При отрицательных результатах поверки данные передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, на преобразователь по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.3 Протокол поверки оформляется в произвольной форме.

Ведущий инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

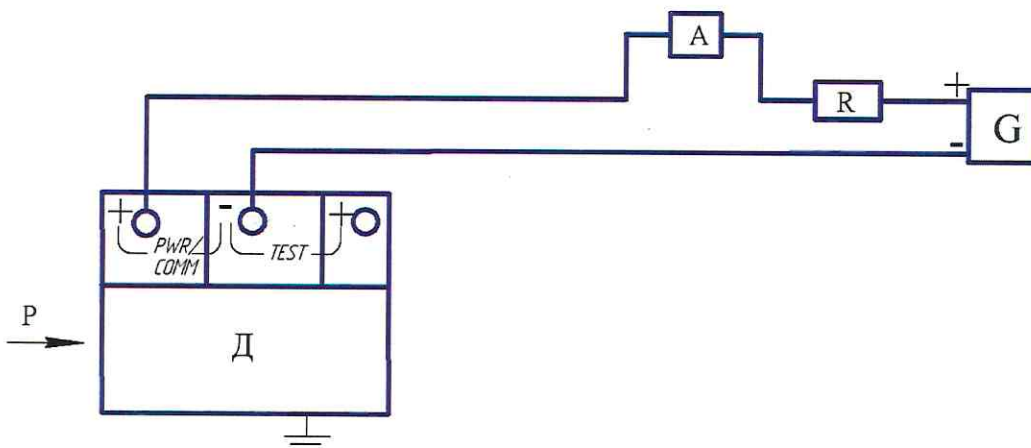


Г.С. Володарская

Приложение А
к МПИ-565/05-2023
(рекомендуемое)

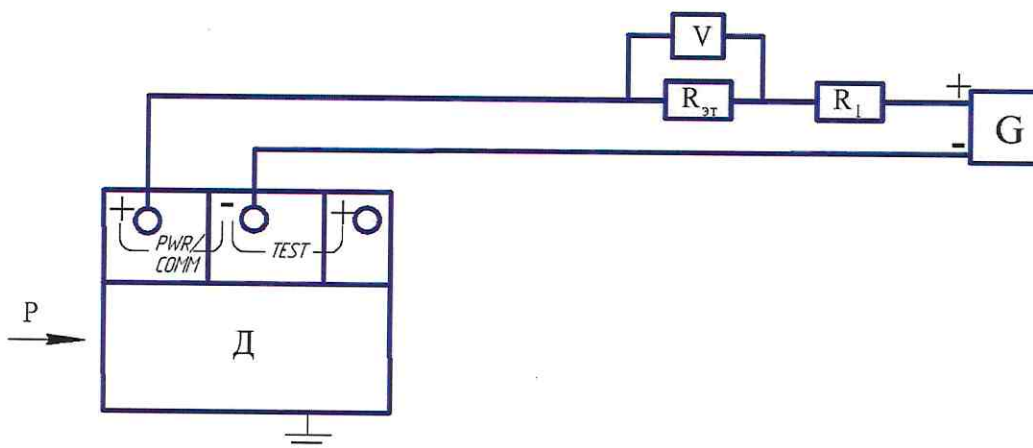
Схемы подключения преобразователей давления измерительных SUP

Схема 1 подключения преобразователя с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 4-20 мА при измерении выходного сигнала непосредственно миллиамперметром.



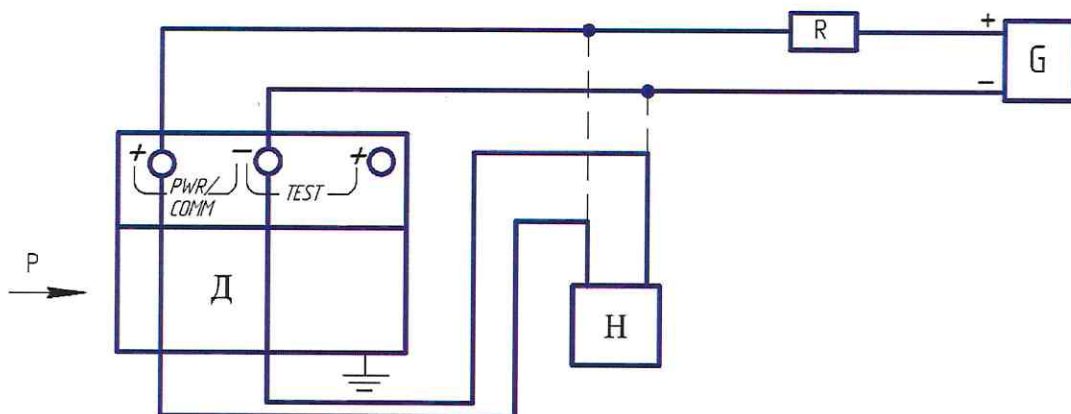
где P – входная измеряемая величина;
 $Д$ – поверяемый преобразователь;
 G – источник питания постоянного тока;
 A – цифровой миллиамперметр или универсальный вольтмиллиамперметр;
 R – нагрузочное сопротивление.

Схема 2 подключения преобразователя с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 4-20 мА при измерении выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении.



где P – входная измеряемая величина;
 $Д$ – поверяемый преобразователь;
 G – источник питания постоянного тока;
 V – цифровой вольтметр, указанный;
 $R_{эт}$ – эталонное сопротивление;
 $R_л$ – нагрузочное сопротивление.

Схема 3 подключения преобразователя с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART и считывании информации по цифровому каналу при помощи портативного коммуникатора или при помощи другого HART-мастера.



где Р – входная измеряемая величина;
 Д – поверяемый преобразователь;
 G – источник питания постоянного тока;
 R – нагрузочное сопротивление;
 Н – портативный HART-коммуникатор.