

СОГЛАСОВАНО

АО «НИИФИ»

Начальник центра 15 – главный метролог



[Handwritten signature]
28» *03*

М.Е. Горшенин
2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Системы измерения перепада давлений С 041. Методика поверки.
Вм 1.430.041 МП

г. Пенза
2022 г.

Содержание

Общие положения.....	3
1 Перечень операций поверки средства измерений.....	4
2 Требования к условиям проведения поверки.....	4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
6 Внешний осмотр средства измерений.....	6
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	7
9 Оформление результатов поверки	9
Приложение А Форма протокола поверки.....	11

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на системы измерения перепада давлений С 041 (далее - системы), предназначенные для преобразования в электрический сигнал перепада давлений жидких и газообразных агрессивных и неагрессивных сред в системах терморегулирования, пневмогидросистемах ракетно-космической техники.

Методика поверки устанавливает объём, условия первичной и периодической поверок систем, методы и средства определения метрологических характеристик систем, а также порядок оформления результатов поверки.

Первичная поверка систем проводится до ввода в эксплуатацию или после ремонта.

Периодическая поверка систем проводится в процессе их эксплуатации с межповерочным интервалом, определенным при утверждении типа систем.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование параметра	Значение
Диапазоны измерений перепада давлений, $\times 10^5$ Па (кгс/см ²): – для исполнения С 041, С 041-05; – для исполнения С 041-01, С 041-06; – для исполнения С 041-02, С 041-07; – для исполнения С 041-03, С 041-08; – для исполнения С 041-04, С 041-09; – для исполнения С 041-10	от 0 до 0,3 от 0 до 0,6 от 0 до 1,25 от 0 до 2,5 от 0 до 5 от минус 1,25 до 1,25
Начальный выходной сигнал, В: – для исполнений С 041 – С 041-09; – для исполнений С 041-10	$0,5 \pm 0,25$ $3 \pm 0,25$
Номинальный выходной сигнал, В – при подаче номинального давления в штуцер А: – для исполнений С 041 – С 041-09; – для исполнений С 041-10. – при подаче номинального давления в штуцер Б: – для исполнений С 041-10	$5,7 \pm 0,25$ $5,5 \pm 0,25$ $0,5 \pm 0,25$
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %: – для исполнений С 041 – С 041-09; – для исполнений С 041-10	$\pm 1,5$ $\pm 2,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения от воздействия температуры окружающей среды, %	± 5

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы давления в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1339 от 29 июня 2018 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010.

1 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование преобразователя	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: - определение начального и номинального выходного сигналов, - определение основной приведенной к нормирующему значению выходного сигнала погрешности	8	да	да
Оформление результатов поверки	9	да	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Требования к условиям проведения поверки

Нормальные условия при проведении поверки характеризуются:

- температурой окружающей среды от 15 °С до 35 °С;
- относительной влажностью воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферным давлением от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.).

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверку систем должен проводить персонал, соответствующий требованиям пунктов 41, 42 Приказа Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации», а также изучивший настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на системы, имеющий стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года, а также прошедший инструктаж по охране труда на рабочем месте.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. № в ФИФ ОЕИ) и (или) метрологические или основные технические средства поверки
Основные средства поверки		
п. 7 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании систем)	Средства измерений температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха и атмосферного давления в диапазонах в соответствии с п.2	Прибор комбинированный Testo 622 (диапазон измерений температуры окружающей среды от минус 10 °С до 60 °С, погрешность $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 % до 98 %, погрешность ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления 300 1200 гПа, погрешность ± 5 %). Рег. № 53505-13 в ФИФ ОЕИ.
п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям Средства измерений, применяемые в качестве эталона единицы электрического напряжения не ниже 3-го разряда согласно Приказу №3457.	Средства измерений для воспроизведения избыточного давления в диапазоне от 0 до 0,25 МПа. Средства измерений для воспроизведения избыточного давления в диапазоне от 0,04 до 0,6 МПа. Средства измерений для воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0,1 до 49 В. Средства измерений для определения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 6 В.	Вольтметр универсальный цифровой В7-34А (диапазон измерений от 7мкВ до 1000 В, погрешность $\pm((0,006+0,002(U_k/U_{X-1}))- (0,02+0,01(U_k/U_{X-1})))\%$) Рег.№ 7982-80. Источник питания постоянного тока Б5-45 (диапазон измерений от 0,1 до 49,9 В, погрешность $\pm (0,5\% U_{уст}+0,1\% U_{max})$) Рег. № 5965-77. Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-2,5 (диапазон измерений от 0 до 0,25 МПа, класс точности 0,02) Рег. №17973-98. Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-6 (диапазон измерений от 0,04 до 0,6 МПа, класс точности 0,05) Рег. №16115-97.

4.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2 другими средствами измерений, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 Перед проведением поверки следует изучить эксплуатационные документы системы, средств измерений и вспомогательного оборудования, используемых при поверке.

5.2 Лица, выполняющие поверку, должны быть ознакомлены со всеми действующими инструкциями и правилами по безопасному выполнению работ и требованиями, указанными в эксплуатационных документах систем, средств измерений и вспомогательного оборудования, используемых при поверке.

5.3 При проведении поверки соблюдаются общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

5.4 Средства измерений и вспомогательное оборудование, используемые при поверке и имеющие заземляющую клемму, должны быть заземлены.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 Проводить контроль внешнего вида системы визуально с помощью измерительных средств, обеспечивающих требуемую точность.

Внешний вид системы должен соответствовать:

- на поверхности блока усиления (далее – БУ) не должно быть: вмятин, царапин, забоин, отслоений покрытий;

- на поверхности преобразователя индуктивного (далее – ПИ) допускается наличие: цвета побежалости до темно-синего включительно, потемнения некоррозионного характера, волнистого, чешуйчатого характера сварных швов, окисления от сварки на сварных швах, следа сварки на торце корпуса со стороны штуцера Б;

- наружная поверхность трубки ТКР кабельной перемычки должна быть ровной, без трещин, пор, пузырей и отслоений. Допускаются вмятины, наплывы, риски.

6.2. Проводить контроль маркировки визуально.

Маркировка должна соответствовать требованиям:

На поверхности ПИ должно быть отчетливо выгравировано:

- индекс и вариант исполнения системы;
- заводской номер;
- номинальное давление/статическое давление;
- стрелка, указывающая направление подачи большего давления;
- условное обозначение преобразователя индуктивного.

На поверхности БУ должно быть отчетливо выгравировано:

- индекс и вариант исполнения системы;
- условное обозначение блока усилителя;
- знак защиты от статического электричества .

6.3 Результаты контроля считать положительными, если внешний вид систем соответствует требованиям п. 6.1, маркировка – требованиям п.6.2.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки средства поверки готовятся к работе согласно инструкции на них.

7.2 Не допускается применять средства поверки, срок обязательных поверок которых истек.

7.3 Все измерения, если нет особых указаний, проводить не ранее, чем через 1 мин после включения напряжения питания системы.

7.4 Начальное значение выходного сигнала в нормальных условиях должно быть в пределах: $(0,5 \pm 0,25)$ для исполнений С 041 – С 041-09; $(3 \pm 0,25)$ для исполнений С 041-10.

Номинальное значение выходного сигнала в нормальных условиях должно быть в пределах при подаче номинального давления в штуцер А: $(5,7 \pm 0,25)$ для исполнений С 041 – С 041-09; $(5,5 \pm 0,25)$ для исполнений С 041-10, а при подаче номинального давления в штуцер Б $(0,5 \pm 0,25)$ для исполнения С 041-10.

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

Определение начального и номинального выходного сигналов, определение основной приведенной погрешности

8.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

8.2 Подать на систему напряжение питания $(27 \pm 0,5)$ В.

Выдержать систему во включенном состоянии в течение 300 с.

8.3 Провести градуирование в следующем порядке:

4.8.3 Провести градуирование в следующем порядке:

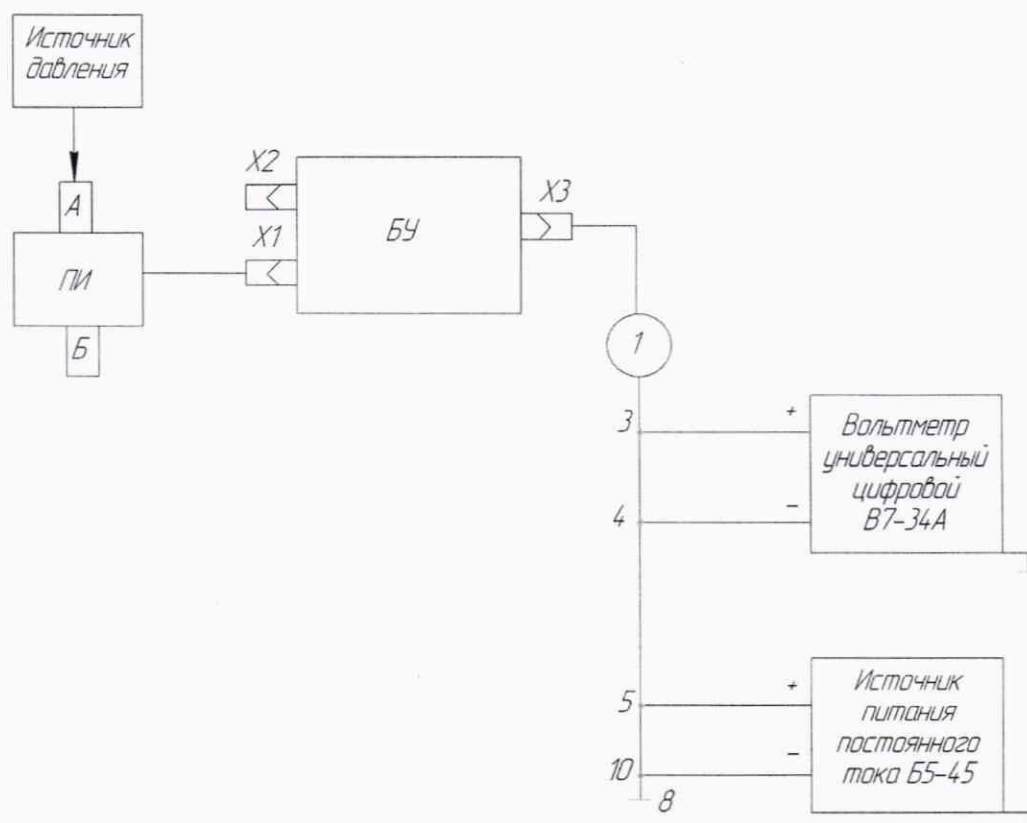
а) Системы С 041- 02...С 041-09:

– подать в штуцер А ПИ последовательно давления, равные $(0; 0,1 \dots 0,9; 1,0)$ Рном – прямой ход и $(1,0; 0,9 \dots 0,1; 0)$ Рном – обратный ход, измеряя выходные сигналы U_{ji}^M при прямом ходе и U_{ji}^B при обратном ходе в каждой градуировочной точке.

– начальный выходной сигнал должен находиться в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В.

– номинальный выходной сигнал – в пределах $(5,7 \pm 0,25)$ В.

– повторить работы еще один раз.



1 – кабель технологический Вм 6999-4249
Рисунок 1 – Схема для проведения испытаний

б) Система С 041-10:

– подать в штуцер Б последовательно давления (1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0) Рном и в штуцер А – (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0) Рном, измеряя выходные сигналы U_{ji}^M (прямой ход);

– подать в штуцер А последовательно давления (1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0) Рном и в штуцер Б – (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0) Рном, измеряя выходные сигналы U_{ji}^B (обратный ход).

– начальный выходной сигнал должен находиться в пределах $(3 \pm 0,25)$ В.

– номинальный выходной сигнал при подаче давления Рном в штуцер А в пределах $(5,5 \pm 0,25)$ В, при подаче давления Рном в штуцер Б в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В.

– повторить работы еще один раз.

8.4 Записать результаты измерений по п.8.3 в протокол поверки (таблицы Б.1-Б.3).

8.5 Найти среднее значение выходного сигнала в каждой градуировочной точке для прямого и обратного хода

$$U_j^M = \frac{\sum_{i=1}^2 U_{ji}^M}{2} \quad (1)$$

$$U_j^B = \frac{\sum_{i=1}^2 U_{ji}^B}{2} \quad (2)$$

где U_j^M, U_j^B – средние значения выходного сигнала в каждой градуировочной точке для прямого и обратного хода, В;

U_{ji}^M, U_{ji}^B – значения выходного сигнала в каждой градуировочной точке для прямого и обратного хода, В.

8.6 Найти значения выходного сигнала, соответствующие средней градуировочной характеристике

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^2 U_{ji}^M + \sum_{i=1}^2 U_{ji}^B}{2 \cdot 2} \quad (3)$$

где U_j – значения выходного сигнала, соответствующие средней градуировочной характеристике, В.

8.7 Определить нормирующее значение выходного сигнала

$$N = U_H - U_O \quad (4)$$

где N – нормирующее значение выходного сигнала, В;

U_H – номинальный выходной сигнал при подаче давления Рном в штуцер А, В;

U_O – начальный выходной сигнал, В.

8.8 Рассчитать коэффициенты индивидуальной функции преобразования системы, заданной по формуле (5)

$$U(P) = a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot P^2 \quad (5)$$

где a_0 – коэффициент статической характеристики преобразования, В;

a_1 – коэффициент статической характеристики преобразования, В/Па;

a_2 – коэффициент статической характеристики преобразования, В/Па²;

P – измеряемая величина разности давлений, Па.

8.9 Определить основную приведенную погрешность системы по результатам градуирования

$$\gamma_0 = \pm K \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{2n} \left(U_{ji}(M, B) - \sum_{k=0}^L a_k \cdot P_j^k \right)^2}{N^2 (2n \cdot m - L - 1)}} + \sum_{p=1}^r D_{обр.p} \cdot 100\% , \quad (6)$$

где $D_{обр.p} = \frac{\Delta_{обр.p}^2}{3N_p^2}$ – приведенное значение дисперсии выходного сигнала, обусловлен-

ной p -м средством градуирования, для которого нормировано предельное значение погрешности $\Delta_{обр.p}$;

$K = 1,96$ – коэффициент для значения доверительной вероятности равной 0,95, с которой определяется основная приведенная погрешность;

a_k, a_0, a_1, a_2 – коэффициенты функции преобразования;

$L=2$ – степень полинома, в виде которого представлена функция преобразования;

P_j – значение давления в каждой j -ой точке градуирования, Па,

$m = 11$ – количество градуировочных точек;

$n = 2$ – количество циклов градуирования;

N – нормирующее значение выходного сигнала, определенное по формуле (4).

8.10 Результаты считать положительными, если:

– для систем С 041-02 ... С041-09 – начальный выходной сигнал находится в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В, номинальный выходной сигнал в пределах $(5,7 \pm 0,25)$ В, основная приведенная погрешность в пределах $\pm 1,5$ %.

– для системы С 041-10 – начальный выходной сигнал должен находиться в пределах $(3 \pm 0,25)$ В, номинальный выходной сигнал при подаче давления $P_{ном}$ в штуцер А в пределах $(5,5 \pm 0,25)$ В, при подаче давления $P_{ном}$ в штуцер Б в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В, основная приведенная погрешность в пределах $\pm 2,5$ %.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений, полученные в результате поверки, занести в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

9.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 Сведения о результатах поверки системы в целях подтверждения поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ в соответствии с порядком создания и ведения ФИФ ОЕИ, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, согласованные с лицом, представляющим систему на поверку, но не превышающие 40 рабочих дней с даты проведения поверки системы.

9.4 По заявлению владельца системы или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие системы метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) вносит запись о проведенной поверке в паспорт (формуляр) сис-

темы или в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие системы метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению системы.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ №
Система С 041 _____, зав. № _____

1 Вид поверки:

2 Дата поверки: «___» _____ 20__ г.

3 Средства поверки

Наименование, тип	Заводской номер	№, дата свидетельства о поверке, кем выдано

4 Условия поверки

4.1 Температура окружающего воздуха, °С:

4.2 Относительная влажность воздуха, %:

4.3 Атмосферное давление, кПа:

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Результат внешнего осмотра системы:

5.2 Результат опробования системы:

5.3 Результаты определения метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Таблица Б.1 – Результаты определения начального и номинального значений выходного сигнала

Наименование параметра	Требование по ТУ	Действительное значение
Начальный выходной сигнал, В: – для исполнений С 041 – С 041-09; – для исполнений С 041-10	$0,5 \pm 0,25$ $3 \pm 0,25$	
Номинальный выходной сигнал, В – при подаче номинального давления в штуцер А: – для исполнений С 041 – С 041-09; – для исполнений С 041-10. – при подаче номинального давления в штуцер Б: – для исполнений С 041-10	$5,7 \pm 0,25$ $5,5 \pm 0,25$ $0,5 \pm 0,25$	

Таблица Б.2 – Результаты определения градуировочной характеристики и основной приведенной к нормирующему значению выходного сигнала погрешности для исполнений С 041...С 041-09.

Точки градуирования, j	Входной сигнал, Па (кгс/см ²)	Выходной сигнал, В			
		1 цикл		2 цикл	
		U_{j1}^M	U_{j1}^B	U_{j2}^M	U_{j2}^B
1	0 Рном				
2	0,1 Рном				
3	0,2 Рном				
4	0,3 Рном				
5	0,4 Рном				
6	0,5 Рном				
7	0,6 Рном				
8	0,7 Рном				
9	0,8 Рном				
10	0,9 Рном				
11	1,0 Рном				
Основная приведенная к нормирующему значению выходного сигнала погрешность, γ_0 , %					

Таблица Б.3 – Результаты определения градуировочной характеристики и основной приведенной погрешности для исполнения С 041-10.

Точки градуирования, j	Подача давления в штуцер	Входной сигнал, Па (кгс/см ²)	Выходной сигнал, В			
			1 цикл		2 цикл	
			U _{j1} ^М	U _{j1} ^Б	U _{j2} ^М	U _{j2} ^Б
1	Б	1,0 Рном				
2		0,8 Рном				
3		0,6 Рном				
4		0,4 Рном				
5		0,2 Рном				
6		0 Рном				
7	А	0,2 Рном				
8		0,4 Рном				
9		0,6 Рном				
10		0,8 Рном				
11		1,0 Рном				
Основная приведенная к нормирующему значению выходного сигнала погрешность, γ ₀ , %						

Результаты определения основной приведенной к нормирующему значению выходного сигнала погрешности представлены в таблицах Б.2, Б.3.

Расчет основной приведенной к нормирующему значению выходного сигнала погрешности проводится в соответствии с методикой поверки Вм 1.430.041 МП

6 Вывод

Основная приведенная к нормирующему значению выходного сигнала погрешность системы С 041 _____, зав. № _____ не превышает/(превышает) пределов основной приведенной к нормирующему значению выходного сигнала погрешности.

Метрологические характеристики системы С041 _____, зав. № _____ соответствуют описанию типа.

Дата очередной поверки _____

Поверитель _____

(подпись, дата)

(Ф.И.О. _____)