

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»
Лапшинов В. А.
«18» декабря 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ LMP633**

Методика поверки

МП-606-2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления измерительные LMP633 (далее по тексту - преобразователи) и устанавливает методы их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, - непосредственное сличение.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице А.1 приложения А к настоящей методике поверки.

1.5 Допускается в соответствии с заявлением (оформленного в произвольной форме) владельца средства измерений или лица, представившего преобразователи на поверку, проводить поверку преобразователей на настроенных диапазонах измерений, лежащих внутри максимальных диапазонов измерений, в соответствии с описанием типа. При этом настроенный верхний предел измерений (далее – ВПИ) преобразователя не должен быть меньше чем минимальный ВПИ на который можно настроить преобразователь, указанный в описании типа средства измерений.

Информация о максимальном диапазоне измерений и настроенном ВПИ, а также информация об объеме проведенной поверки должна быть указана в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер раздела (п/п) МП
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Нет	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение приведенной погрешности выходного сигнала	Да	Да	10.1
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	11

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25;
- относительная влажность, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование и средства измерений, применяемые при поверке

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15°C до плюс 25°C с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^\circ\text{C}$; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20% до 80% с абсолютной погрешностью не более $\pm 2\%$; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5\text{ кПа}$	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д рег. номер 71394-18;
8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го и 4-го разрядов в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653 в диапазоне измерения избыточного давления до 3 МПа	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020-И-ДИВ-320-А0, рег. номер 58668-14; Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-160-А0, рег. номер 58668-14; Преобразователь давления эталонный ПДЭ-040И-ДИ-170, рег. номер 86335-22; Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020-И-ДИ-130-А0, рег. номер 58668-14; Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-120-А0, рег. номер 58668-14; Манометр газовый грузопоршневой, МГП-10, рег.номер 52506-16; Калибратор давления Метран-505 «Воздух», рег. номер 42701-09;
9-10.2 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям		

Продолжение таблицы 2

	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА	Мультиметр 3458А рег. номер 25900-03;
Вспомогательные средства поверки		
Средства измерений интервалов времени, воспроизведение шкалы времени от 0 до 300 с	Секундомер электронный Интеграл С-01 рег. номер 44154-16;	
Коммуникаторы (HART) и программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, (USB - HART модем - преобразователь интерфейса HART - USB для связи преобразователя с компьютером	HART-коммуникатор и программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, (USB - HART модем - преобразователь интерфейса HART - USB для связи преобразователя с компьютером (общепромышленный HART-модем с USB-интерфейсом, модель 010031MACTek VIATOR);	
Программно-аппаратное средство с поддержкой цифрового сигнала промышленных сетей Modbus RTU/RS-485	Программно-аппаратное средство с поддержкой цифрового сигнала промышленных сетей Modbus RTU, в составе: - устройство MAC501TCP-R Modbus RTU (интерфейс RS-485), фирмы MOXA;	
Компьютер под управлением ОС Windows	Компьютер под управлением ОС Windows с установленным software производителя	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на средства измерений.

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

6.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида преобразователей описанию и изображению, приведенному в описании типа; наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой; отсутствие механических повреждений корпуса и штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения); четкость надписей и обозначений.

7.2 При соответствии результатов проверки внешнего вида преобразователей или при оперативном устранении недостатков во внешнем виде, установленных при внешнем осмотре, поверку преобразователей продолжают по операциям, указанным в таблице 1 настоящей методики поверки.

7.3 Преобразователи, не соответствующие 7.1, дальнейшей поверке не подлежат.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 При поверке проводят контроль выполнения условий в соответствии с п. 3.1 настоящей методики.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют герметичность системы при давлении, равном верхнему пределу измерений преобразователя, работоспособность и функционирование корректора нуля.

8.2.2 На место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный датчик или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Создают давление в системе равное верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

8.2.3 Изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний на дисплее цифрового индикатора (при его наличии) в течение 30 с (не менее). Допускаемый спад давления не должен превышать 0,5 % от верхнего предела измерений преобразователя. В случае отсутствия герметичности системы с установленным преобразователем проводят операции по поиску и устранению источников утечки давления (следует проверить раздельно герметичность системы и датчика) и проверяют герметичность системы заново.

8.2.4 Измерительную систему считают герметичной, если после 3-х минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя, не наблюдают падения давления в течение последующих 2 минут.

8.3 Проверка работоспособности преобразователя

8.3.1 Работоспособность преобразователя проверяют, задавая измеряемую величину в любой точке диапазона измерений преобразователя. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала или показаний на ЖК-дисплее (при наличии).

8.4 Проверка функционирования корректора нуля «PV-0»

8.4.1 Функционирование корректора нуля определяется (в зависимости от исполнения):

1. По ЖК дисплею (на экране должна индигироваться надпись «PVC1r Успешно»)
2. По изменению выходного(ых) сигнала(ов) преобразователей (без дисплея).

8.4.2 Для преобразователей с дисплеем устанавливают «PV=0» в соответствии с Приложением А «Инструкция по работе с дисплеем» руководства по эксплуатации. Задают давление равное верхнему пределу измерений и выдерживают в течение 1 минуты. После стравливают давление, нажимают кнопки дисплея «М» и «Z» одновременно и удерживают в течение 3 секунд (не менее).

8.4.3 Установку «PV-0» для преобразователей без дисплея проводят в соответствии с п.19 руководства по эксплуатации следующим образом: задают давление равное верхнему пределу измерений и выдерживают в течение 1 минуты. Далее стравливают давление и соединяют клемму Z (синий кабель) с минусовой клеммой и рассоединяют через 5 секунд.

8.4.4 Установку «PV-0» для преобразователей с выходным сигналом по промышленному протоколу Modbus проводят в соответствии с Руководством по применению (Modbus RTU) с помощью ПО, установленного с сайта производителя. Допускается устанавливать «PV-0» по п.8.4.3 настоящей методики.

8.4.5 Установку «PV-0» для преобразователей с выходным сигналом по промышленному протоколу HART проводят в соответствии с Руководством пользователя (ПО HART для ПК), с помощью ПО, установленного с сайта производителя. Допускается устанавливать «PV-0» по п.8.4.3 настоящей методики.

8.4.6 Установку следует провести с наибольшей возможной точностью, обеспечиваемой разрешающей способностью образцовых средств измерений. Погрешность установки «нуля» (без учета погрешности контрольных средств) более 0,2% предела допускаемой приведенной (к ВПИ) погрешности поверяемого преобразователя не допускается.

8.5 Результаты опробования считаются положительными, если:

1. Была достигнута герметичность системы

2. При изменении давления происходит изменение выходного(ых) сигнала(ов) и(или) показания на ЖК-дисплее (при наличии) индицируются.

3. Корректор нуля «PV-0» функционирует и реализует настройку преобразователя на «ноль».

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения преобразователей проводится при помощи приемного устройства, поддерживающего соответствующий цифровой промышленный протокол для считывания информации. Проверка идентификационных данных программного обеспечения для преобразователей, не поддерживающих цифровые сигналы по промышленным протоколам (HART, Modbus RTU/RS485), не проводится в связи с отсутствием способа идентификации.

9.2 Считывание информации о номере версии МПО преобразователя с выходным сигналом HART протокола осуществляется подключением к соответствующим клеммам преобразователя HART-коммуникатора или HART-модема с программным обеспечением для считывания информации с цифрового выхода преобразователя.

9.3 Считывание информации о номере версии МПО преобразователя с выходным сигналом промышленных сетей Modbus RTU осуществляется подключением соответствующих клемм преобразователя к программно-аппаратному средству с поддержкой цифрового сигнала по интерфейсу RS485 для связи с компьютером и считывания информации с цифрового выхода преобразователя.

9.4 После установления соединения преобразователя с устройством для считывания информации следует сверить идентификационные признаки программного обеспечения (номер версии) в соответствующем разделе меню коммуникатора или внешнего ПО с поддержкой протоколов HART или Modbus RTU/RS485 (в соответствии с инструкциями в руководстве пользователя для данных протоколов) с версией МПО, указанной в описании типа на преобразователи.

9.5 Результаты считаются положительными, если номер версии (идентификационный номер ПО) соответствует значению версии, указанной в описании типа на преобразователь.

9.6 Преобразователи с номером версии МПО, не соответствующие описанию типа, дальнейшей поверке не подлежат.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение основной приведенной (к максимальному диапазону измерений) погрешности выходного сигнала.

10.1.1 Основную приведенную погрешность преобразователей определяют с помощью эталонов, устанавливая на входе преобразователя номинальные значения давления с помощью переходника или герметичной капсулы и измеряя соответствующие значения выходных (аналоговых и (или) цифровых) сигналов. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30% диапазона измерений. Приведенную погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе), кроме крайних пределов измерений.

10.1.2 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения выходной измеряемой величины определяют следующим образом:

– для преобразователей с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины по формуле:

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

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

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

P – измеренное значение эталоном, кПа;

P_B – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, кПа;

P_H – нижний предел измерений поверяемого преобразователя, кПа.

– для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня по формуле:

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

– для преобразователей с цифровым сигналом и линейно возрастающей функцией по формуле:

$$N_{\text{расч}} = N_H + \frac{N_B - N_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (3)$$

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

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

10.1.3 Основную погрешность измерения в зависимости от выходного сигнала, вычисляют по формулам:

$$\gamma = \frac{I - I_{\text{расч}}}{16} \cdot 100 (\%), \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{N - N_{\text{расч}}}{P_B} \cdot 100 (\%), \quad (5)$$

где γ – основная приведенная (к максимальному диапазону измерений преобразователя) погрешность измерений, %;

I – значение выходного сигнала постоянного тока поверяемого преобразователя;

N – значение выходного сигнала в цифровом формате поверяемого преобразователя

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результат поверки преобразователя считают положительным, если приведенная погрешность измерений соответствует значениям, указанным в таблице А.1 приложения А к настоящей методике.

11.2 Результат поверки преобразователя считают отрицательным, если приведенная погрешность измерений не соответствует значениям, указанным в таблице А.1 приложения А к настоящей методике.

12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки в свободной форме.

12.2 Сведения о результатах поверки, в том числе информация о максимальном диапазоне измерений, настроенном ВПИ преобразователей и объеме проведенной поверки, передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки преобразователь признают пригодным для эксплуатации, оформляют по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, свидетельство о поверке СИ и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.4 При отрицательных результатах поверки преобразователь признают непригодным для эксплуатации, выписывают извещение о непригодности и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»
Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Г.С. Володарская

М.С. Краснорепов

Приложение А

(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики преобразователей

Наименование характеристики	Значение	
	Максимальные диапазоны измерений, кПа	Минимальный ВПИ ³⁾ , на который можно настроить преобразователь, кПа
Максимальные диапазоны измерений избыточного давления преобразователей модификаций LMP633-BCT, LMP633-NCN, кПа ^{1) 2)}	от 0 до 20	10
	от 0 до 40	20
	от 0 до 100	40
	от 0 до 200	100
	от 0 до 400	200
	от 0 до 1000	400
	от 0 до 2000	1000
Максимальные диапазоны избыточного давления преобразователей модификаций LMP633-BST, LMP633-NSN, кПа ^{1) 2)}	от 0 до 40	5
	от 0 до 250	40
	от 0 до 1000	250
	от 0 до 3000	1000
Максимальные диапазоны избыточного давления преобразователей модификаций LMP633-BST, LMP633-NBN, кПа ^{1) 2)}	от 0 до 100	50
	от 0 до 200	100
	от 0 до 500	200
	от 0 до 1000	500
	от 0 до 2000	1000
Пределы допускаемой основной приведенной к максимальному диапазону измерений погрешности преобразователей модификаций LMP633-BCT, LMP633-NCN, γ, % ⁴⁾	±0,1; ±0,2; ±0,5	
Пределы допускаемой основной приведенной к максимальному диапазону измерений погрешности преобразователей модификаций: LMP633-BST, LMP633-NSN, γ, % ⁴⁾	±0,2; ±0,5	
Пределы допускаемой основной приведенной к максимальному диапазону измерений погрешности преобразователей модификации LMP633-NBN, γ, %	±0,5	
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к максимальному диапазону погрешности, вызванной отклонением температуры (от +15 до +25 °С) окружающей среды, на каждые 10 °С, %.	±0,2	

¹⁾ Допускается изготовление преобразователей в других единицах измерения давления, допущенных к применению в РФ.

²⁾ Преобразователи могут быть настроены на заводе-изготовителе или пользователем (специалистом) на ВПИ не менее минимального ВПИ и не более верхнего предела максимального диапазона преобразователя. Значение настроенного ВПИ указывается в руководстве по эксплуатации на преобразователь.

³⁾ ВПИ – верхний предел измерений.

⁴⁾ Фактическое значение приведено в руководстве по эксплуатации на преобразователь.

Примечание – Погрешность измерений на настроенном ВПИ приводится к максимальному диапазону измерений преобразователя.