

СОГЛАСОВАНО
Директор
ФБУ «Челябинский ЦСМ»



О.Ю. Матанцева
07 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Калибраторы давления
Метран-520**

Методика поверки

МП-04-2025-20

Челябинск
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – методика) применяется для поверки калибраторов давления Метран-520 (далее – калибраторы).

Калибраторы предназначены для измерения и воспроизведения абсолютного и избыточного давления жидкостей и газов, разрежения газов, силы постоянного тока и измерения напряжения постоянного тока.

Калибраторы могут быть поверены как совместно с модулями давления Метран-518, так и отдельно, при этом раздельная поверка не исключает возможность их совместного применения.

Настоящий документ устанавливает методику и последовательность проведения первичной и периодической поверок калибраторов.

1.2 При определении метрологических характеристик в соответствии с настоящей методикой должна обеспечиваться прослеживаемость калибраторов к Государственным первичным эталонам единиц измерения:

- ГЭТ 23-2010 в соответствии с государственной поверочной схемой (ГПС) для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- ГЭТ 101-2011 в соответствии с ГПС для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900;

- ГЭТ 95-2020 в соответствии с ГПС для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472;

- ГЭТ 4-91 в соответствии с ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091;

- ГЭТ 13-2023 в соответствии с ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется методы: непосредственного сличения, прямых и косвенных измерений.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в Приложении А.

1.4 На основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на периодическую поверку, оформленного в произвольной форме, допускается периодическую поверку проводить в сокращенном объеме. Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ).

Примечание: пункт 1.4 не распространяется на средства измерений, применяемые в Республике Беларусь, поэтому периодическая поверка таких средств измерений проводится в полном объеме.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Подготовка к поверке	Да	Да	8.1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Нет	8.2
Опробование	Да	Да	8.3
Проверка герметичности	Да	Да	8.4
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение основной погрешности в режиме измерений давления	Да	Да	10.1
Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	Да	Да	10.3
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	Да	Да	10.4

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 2) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся работниками юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки, 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 применяют средства, указанные в таблице 2. Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в установленном порядке.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне от +10 °С до +30 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры $\pm 0,2$ °С; средство измерений относительной влажности в диапазоне до 90 % с абсолютной погрешностью измерений относительной влажности ± 2 %; средство измерения атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа; средство измерения электрического сопротивления в диапазоне от 1 МОм до 100 МОм с относительной погрешностью измерений ± 3 %	Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11; барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76; мегаомметр Ф4101, рег. № 4542-74
Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда единицы давления в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653; рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда единицы давления в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900; рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда единицы давления в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472; рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091; рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда единицы электрического напряжения в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520; рабочие эталоны 3-го и 4-го разряда единицы электрического сопротивления в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Калибратор-контроллер давления РРС, мод. РРС3, рег. № 27758-04; калибратор-контроллер давления РРС, мод. РРС3, рег. № 27758-08; калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, модификация II, рег. № 42701-09; здатчик разрежения Метран-503 Воздух, рег. № 25940-03; барометр образцовый переносной БОП-1М, рег. № 26469-17; манометры грузопоршневые МП-60; МП-100; МП-160; МП-250; МП-400; МП-600, рег. № 75900-19; грузопоршневой манометр Р3022, рег. № 14737-07; компаратор-калибратор универсальный КМ300К, рег. № 54727-13; мультиметр 3458А, рег. № 25900-03; мера электрического сопротивления однозначная 3050, рег. № 28926-05
	Вспомогательное оборудование	Источник питания постоянного тока Б5-45
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единицы величины.</i>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности при рабо-

те с калибраторами, указанные в эксплуатационной документации на калибраторы, а также требования по безопасной эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в эксплуатационной документации на эти средства.

6.2 Запрещается подавать на вход поверяемого прибора давление, превышающее предельно допустимое давление.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие калибраторов следующим требованиям:

- внешний вид, маркировка калибраторов соответствуют описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые механические повреждения и дефекты, препятствующие проведению измерений;
- калибраторы должны быть чистыми, не должны иметь повреждений корпуса и штуцера, препятствующих их прочному присоединению к устройству для создания давления.

Калибраторы, не соответствующие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- калибратор должен быть выдержан в условиях поверки не менее 2-х часов;
- калибратор в случае, если содержит встроенный модуль давления или внешний модуль давления, должен быть подключен к устройству создания давления и установлен на рабочем месте в произвольном положении, которое должно сохраняться неизменным в течение всей поверки;
- применяемые эталоны должны быть подготовлены в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- определение метрологических характеристик калибраторов проводить не менее чем через 15 минут после его включения;
- проверить соответствие условий проведения поверки требованиям, приведенным в разделе 3.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции калибратора (только при заказе со встроенным модулем) проводят мегаомметром, подключая один вход к замкнутым между собой электрическим контактам, а другой вход – к корпусу прибора. Значение испытательного напряжения постоянного тока должно быть равным (100 ± 10) В. Отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции, производят после приложения напряжения к проверяемым цепям, после установления показаний мегаомметра.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

8.3 Опробование

При опробовании калибратора проверяют следующее:

- работоспособность клавиатуры, сенсорной панели и дисплея;
- работоспособность калибратора в режимах измерений силы и напряжения постоянного тока и воспроизведения силы постоянного тока;
- работоспособность калибратора в режиме измерений давления;
- работоспособность функции корректировки измеряемого давления.

8.3.1 Опробование работоспособности клавиатуры и дисплея

Калибратор должен реагировать на нажатие кнопок в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ); отображение информации на дисплее должно быть четким.

8.3.2 Опробование работоспособности калибратора в режиме измерений и воспроизведения электрических сигналов

Опробование работоспособности калибратора в режимах измерений/воспроизведения совмещают с определением соответствующих метрологических характеристик по п.10.2-10.4.

8.3.3 Опробование работоспособности в режиме измерений давления

Опробование работоспособности проводят для встроенного и/или внешних модулей давления (при наличии).

Опробование работоспособности в режиме измерений давления допускается совмещать с определением основной погрешности по п.10.1.

Опробование работоспособности калибратора кейсового исполнения в режиме создания давления, проводится совместно с проверкой герметичности по 8.4.

8.3.3.1 Для калибратора портативного исполнения со встроенным модулем давления подключают внешний источник давления (далее ИД) к штуцеру «Р». В калибраторе кейсового исполнения к штуцеру «Р» подключают внешнюю емкость объемом не менее 50 мл.

8.3.3.2 Включают калибратор нажатием клавиши «Питание» на 1-2 секунды, при этом на дисплее калибратора появляется главное меню, выбирают режим измерения давления в соответствии с РЭ.

8.3.3.3 Плавно создают давление в пневматической или гидравлической (только для внешнего модуля давления) системе внешним или встроенным ИД, равное верхнему пределу измерений (далее ВПИ) выбранного модуля. После чего показания калибратора должны измениться.

Примечание – Если скорость изменения показаний измеренного давления недостаточная, выбирают коэффициент усреднения показаний калибратора в соответствии с РЭ.

8.3.4 Проверка работоспособности функции корректировки измеряемого давления

В калибраторе предусмотрены два режима корректировки измеряемого давления при атмосферном давлении:

- режим обнуления (установки нуля) показаний избыточного давления или давления-разрежения;

- режим корректировки нуля модуля абсолютного давления по эталону (калибратором рассчитывается поправка к измеряемому давлению по введенным показаниям эталона).

8.3.4.1 Перед определением работоспособности функции корректировки измеряемого давления подключают внешний модуль давления или калибратор по 8.3.3.1 – 8.3.3.2.

8.3.4.2 При работе с модулем избыточного давления или давления-разрежения выбирают режим измерений давления и создают с помощью ИД избыточное давление от 1 % до 5 % от ВПИ выбранного модуля.

8.3.4.3 В текущем режиме калибратора выбирают «Настр.1», в появившемся меню выбирают «Обнулить Р» или «Регулировка нуля», в зависимости от исполнения калибратора.

8.3.4.4 В открывшемся режиме, стирают текущее показание давления (нажав кнопку «С»), вводят значение равное нулю и нажимают кнопку «ОК».

8.3.4.5 Разгружают пневматическую (гидравлическую) систему, подав на вход измерений давления атмосферное давление и производят операцию корректировки давления повторно, согласно пункту 8.3.4.4.

8.3.4.6 При работе с модулем абсолютного давления в текущем режиме калибратора выбирают «Настр.1», в появившемся меню выбирают первый пункт.

После ввода пароля (9876) нажимают «ОК».

Далее в окне ввода числа вводят показания образцового барометра и нажимают «ОК».

ВНИМАНИЕ

Корректировку показаний внешнего модуля абсолютного давления проводить в соответствии с руководством по эксплуатации на Метран-518.

8.3.4.7 После выполнения корректировки давления, величина смещения давления автоматически заносится в энергонезависимую память и калибратор возвращается в режим измерений давления. При этом показания калибратора будут учитывать зафиксированное смещение давления.

8.3.4.8 Функция корректировки измеряемого давления считается работоспособной, если после выполнения команды «Обнулить Р» показания калибратора изменяются.

8.4 Проверка герметичности

Проверку герметичности встроенного модуля давления калибратора портативного исполнения и системы, подводящей давление, проводят при воздействии давления, равного ВПИ модуля.

Проверку герметичности калибратора кейсового исполнения проводят при воздействии избыточного давления, равного ВПИ встроенного модуля и 80 кПа разрежения.

8.4.1 Подключают калибратор по 8.3.3.1 – 8.3.3.2.

8.4.2 Создают давление в пневматической (гидравлической) системе, соответствующее ВПИ выбранного модуля давления и выдерживают его под давлением в течение 3-5 минут для стабилизации термодинамических процессов.

8.4.3 Выбирают «Настр.1», далее пункт «Тест герметичности» и нажимают «Пуск». При этом на экране калибратора отображается результат теста (рассчитанный как разность начального и текущего показаний в единицу времени). Для остановки теста на герметичность, следует нажать кнопку «Стоп».

Пневмогидросистема считается герметичной, если после завершения проверки на герметичность падение давления в течение 1-5 минут не превышает 0,1 % от заданного давления в минуту.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Для проверки версии встроенного программного обеспечения (ПО) калибратора:

- включают калибратор;
- в главном меню выбирают меню «Настройки» и, далее, меню «Информация»;
- проверяют версию и контрольную сумму (при наличии контрольной суммы в описании типа для данной модификации калибратора) исполняемого кода встроенного ПО калибратора.

Результат подтверждения соответствия встроенного ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные (номер версии и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение основной погрешности в режиме измерений давления

10.1.1 Определение основной погрешности при измерении давления проводится сравнением показаний калибратора со значениями давления, воспроизводимыми с помощью соответствующего средства поверки, подключенного согласно схеме Б.1 или Б.2 приложения Б.

Основная погрешность измерений давления встроенного модуля давления определяется при увеличении давления (прямой ход), а затем при уменьшении давления (обратный ход) в точках давления, соответствующих:

– от минус 100 до минус 90 кПа, от минус 55 до минус 48 кПа, от минус 25 до минус 15 кПа, 0 кПа, от 15 до 25 кПа, от 48 до 55 кПа, от 100 до 110 кПа, от 155 до 160 кПа, для калибратора с кодом модуля давления «D160K» (для модификации LCD) или «1» (для модификации TFT);

– от минус 100 до минус 90 кПа, 0 кПа, от 150 до 200 кПа, от 300 до 350 кПа, от 650 до 700 кПа, от 950 до 1000 кПа для калибратора с кодом модуля давления «D1M» (для модификации LCD) или «2» (для модификации TFT);

– от минус 100 до минус 90 кПа, 0 кПа, от 0,3 до 0,4 МПа, от 0,75 до 0,85 МПа, от 1,4 до 1,5 МПа, от 2,4 до 2,5 МПа для калибратора с кодом модуля давления «D2,5M» (для кейсового исполнения);

– от 0 % до 5 % ВПИ, от 15% до 20 % ВПИ, от 30 % до 35 % ВПИ, от 50 % до 55 % ВПИ, от 75 % до 80 % ВПИ и от 95 % до 100 % ВПИ для модулей абсолютного давления.

Для поверки в режиме измерений давления переходят в режим «Измерения» в соответствии с РЭ.

Снимать результаты измерений следует не менее, чем через 15 секунд после создания давления в выбранной точке.

10.1.2 Основная приведенная погрешность измерений давления, γ , %, встроенных модулей давления в диапазоне измерений давления от нижнего предела измерений (НПИ) до 30 % ВПИ встроенного модуля давления определяется по формуле (1):

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{э}}}{P_{\text{впи}}} \cdot 100, \quad (1)$$

основная относительная погрешность измерений давления, δ , %, встроенных модулей давления в диапазоне измерений давления от 30 % до 100 % ВПИ встроенного модуля давления определяется по формуле (2):

$$\delta = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{э}}}{P_{\text{э}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $P_{\text{изм}}$ – показания модуля давления при прямом (обратном) ходе;

$P_{\text{впи}}$ – верхний предел измерения встроенного модуля давления;

$P_{\text{э}}$ – показания средства поверки;

$P_{\text{э}}$, $P_{\text{изм}}$, $P_{\text{впи}}$ должны быть выражены в одних и тех же единицах измерений давления.

Для модуля давления с кодом D160K (для модификации LCD) или кодом «1» (для модификации TFT) формула (1) применяется для диапазона от минус 30 % до плюс 30 % ВПИ. В остальном диапазоне, для данного модуля, применяется формула (2).

Поверка внешних модулей давления осуществляется в соответствии с действующей методикой поверки Метран-518.

10.1.3 Результаты поверки считаются положительными, если основная погрешность в режиме измерений давления, вычисленная по формулам (1) и (2), не превышает допускаемых значений, приведенных в приложении А.

10.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.2.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока осуществляется с помощью эталонного вольтметра, подключенного согласно рисунку Б.3 приложения Б, или с помощью калибратора электрических величин, подключенного согласно рисунку Б.4 приложения Б.

Основную абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока определять в диапазонах (0 - 5) В и (0 - 50) В при значениях напряжения постоянного тока: от 0 % до 10 %; от 20 % до 30 %; от 45 % до 55 %; от 70 % до 80 %; от 90 % до 100 % диапазона измерений.

10.2.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока методом непосредственного сличения с эталонным вольтметром

Задать с помощью источника напряжения значение напряжения, соответствующего проверяемой точке, и измерить значение напряжения поверяемым калибратором и эталонным вольтметром.

Погрешность измерений напряжения постоянного тока в каждой точке ΔU , В, определяется по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{эв}}, \quad (3)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренного поверяемым калибратором, В;
 $U_{\text{эв}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренного эталонным вольтметром, В.

10.2.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока методом прямых измерений с помощью эталонного калибратора

Задать с помощью эталонного калибратора напряжения значение напряжения постоянного тока, соответствующего проверяемой точке и измерить значение напряжения постоянного тока поверяемым калибратором.

Погрешность измерений напряжения постоянного тока в каждой точке ΔU , В, определяется по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{эк}}, \quad (4)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренного поверяемым калибратором, В;
 $U_{\text{эк}}$ – значение напряжения постоянного тока эталонного калибратора напряжения, В.

10.2.4 Основная абсолютная погрешность измерений напряжения, вычисленная по формуле (3) или (4), не должна превышать допускаемых значений погрешности измерений напряжения, указанных в приложении А.

10.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

10.3.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока проводить методом косвенных измерений измеренного поверяемым калибратором значения силы постоянного тока со значением силы постоянного тока, протекающего через эталонную меру электрического сопротивления или методом прямых измерений силы постоянного тока, генерируемого калибратором электрических величин. Схемы подключения калибратора представлены на рисунках Б.5 и Б.6 приложения Б.

Основную абсолютную погрешность измерений силы постоянного тока необходимо определять в диапазоне (0 – 22) мА при значениях силы постоянного тока: от 0 % до 10 %; от 20 % до 30 %; от 45 % до 55 %; от 70 % до 80 %; от 90 % до 100 % диапазона измерений.

10.3.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока методом косвенных измерений, измеренного поверяемым калибратором значения силы постоянного тока со значением силы постоянного тока, протекающего через эталонную меру электрического сопротивления

Задать с помощью источника постоянного тока значение силы постоянного тока, соответствующего проверяемой точке, и измерить значение силы постоянного тока поверяемым калибратором и эталонным вольтметром значение падения напряжения на эталонной мере электрического сопротивления.

Погрешность измерений силы постоянного тока, ΔI , мА, в каждой точке определяется по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{э}}, \quad (5)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренного поверяемым калибратором, мА;
 $I_{\text{э}}$ – действительное значение силы постоянного тока, мА, рассчитанное по формуле (6) при измерении падения напряжения на эталонной мере электрического сопротивления:

$$I_{\text{э}} = \frac{U_{\text{э}}}{R_{\text{э}}} \cdot 10^3 \quad (6)$$

где $U_{\text{э}}$ – показание эталонного вольтметра, В;
 $R_{\text{э}}$ – номинальное значение эталонной меры электрического сопротивления, Ом.

10.3.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока методом прямых измерений силы постоянного тока, генерируемого калибратором электрических величин.

Задать с помощью калибратора электрических величин значение силы постоянного тока, соответствующего проверяемой точке, и измерить значение силы постоянного тока поверяемым калибратором.

Погрешность измерений силы постоянного тока, ΔI , мА, в каждой точке определяется по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{эк}}, \quad (7)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренного поверяемым калибратором, мА;
 $I_{\text{эк}}$ – действительное значение силы постоянного тока, мА, заданное калибратором электрических величин.

10.3.4 Основная абсолютная погрешность измерений силы постоянного тока, вычисленная по формулам (5) или (7), не должна превышать допускаемых значений погрешности измерений силы постоянного тока, указанных в приложении А.

10.4 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

10.4.1 Определение основной абсолютной погрешности проводить косвенным методом измерений воспроизводимых поверяемым калибратором значений силы постоянного тока с помощью эталонной меры электрического сопротивления и эталонного вольтметра или методом прямого измерения силы постоянного тока с помощью эталонного амперметра. Подключение калибратора производить согласно рисункам Б.7 или Б.8 приложения Б.

Основную абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока необходимо определять в диапазоне (0 – 22) мА при значениях тока: от 0 % до 10 %; от 20 % до 30 %; от 45 % до 55 %; от 70 % до 80 %; от 90 % до 100 % диапазона воспроизведения.

При выполнении измерений значения воспроизводимой силы постоянного тока показания эталонного вольтметра следует фиксировать не ранее, чем через 15 секунд после начала воспроизведения.

10.4.2 Погрешность воспроизведения силы постоянного тока, ΔI_B , мА, в каждой точке определяют по формуле:

$$\Delta I_B = I_B - I_{\Sigma}, \quad (8)$$

где I_B – значение воспроизводимого поверяемым калибратором тока, мА;

I_{Σ} – действительное значение силы постоянного тока, мА, измеренное эталонным амперметром или рассчитанное по формуле (6) при измерении падения напряжения на эталонной мере электрического сопротивления.

10.4.3 Основная абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока, вычисленная по формуле (8), не должна превышать допускаемых значений погрешности, указанных в приложении А.

10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.5.1 Калибраторы давления Метран-520 соответствуют метрологическим требованиям при выполнении условий п.10.1.3, 10.2.4, 10.3.4, 10.4.3.

При превышении допускаемого значения погрешности результат поверки считают отрицательным.

10.5.2 Критерии подтверждения соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям, предъявляемым к эталону

При выполнении требований, изложенных в п. 10.5.1, калибраторы могут применяться в качестве рабочих эталонов:

- 2-го или 3-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900;

- 2-го, 3-го или 4-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- 2-го или 3-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472;

- 1-го или 2-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091;

- 3-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

11.2 Результаты поверки подтверждаются сведениями, включенными в ФИФ ОЕИ. При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений и (или) в паспорт вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки. При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические характеристики калибраторов давления Метран-520

А.1 Пределы допускаемой основной погрешности измерений и воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока представлены в таблице А.1.

Таблица А.1

Код погрешности	Диапазон измерений		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности
1	В режиме измерений		
	сила постоянного тока, мА	от 0 до 22	$\pm(0,0075\% \text{ ИВ} + 0,0005 \text{ мА})$
	напряжение постоянного тока, В	от 0 до 5	$\pm(0,02\% \text{ ИВ} + 0,0001 \text{ В})$
		от 0 до 50	$\pm(0,04\% \text{ ИВ} + 0,002 \text{ В})$
	В режиме воспроизведения		
	сила постоянного тока, мА	от 0 до 22	$\pm(0,02\% \text{ ИВ} + 0,001 \text{ мА})$
2	В режиме измерений		
	сила постоянного тока, мА	от 0 до 22	$\pm(0,015\% \text{ ИВ} + 0,001 \text{ мА})$
	напряжение постоянного тока, В	от 0 до 5	$\pm(0,02\% \text{ ИВ} + 0,0002 \text{ В})$
		от 0 до 50	$\pm(0,04\% \text{ ИВ} + 0,002 \text{ В})$
	В режиме воспроизведения		
	сила постоянного тока, мА	от 0 до 22	$\pm(0,02\% \text{ ИВ} + 0,001 \text{ мА})$
Примечания 1 ИВ - значение измеряемой (воспроизводимой) величины. 2 В режиме воспроизведения силы постоянного тока допускается подключать калибраторы по схеме питания от собственного источника тока или по схеме включения в токовую петлю с внешним блоком питания. 3 Калибратор имеет 6 десятичных разрядов индикации.			

А.2 Метрологические характеристики измеряемого давления приведены в таблицах А.2 - А.3.

Таблица А.2 – Диапазоны измерений давления

Код модуля давления			Предельно-допустимое давление, МПа	Диапазоны измерений, МПа
Калибратор портативного исполнения (модификация LCD)	Калибратор кейсового исполнения	Калибратор портативного исполнения (модификация TFT)		
Встроенные модули давления-разряжения				
D160K	D160K	1	0,22	от -0,1 до +0,16
D1M	D1M	2	1,4	от -0,1 до +1,0
-	D2,5M	-	3,5	от -0,1 до +2,5
Встроенные модули абсолютного давления				
A250K	A250K	3	0,3	от 0 до 0,25
A1M	A1M	4	1,4	от 0 до 1,0
-	A2,5M	-	3,5	от 0 до 2,5
Метрологические и технические характеристики внешних модулей давления эталонных Метран-518, при работе в комплекте с Метран-520, в соответствии с описанием типа на модули давления эталонные Метран-518.				

Таблица А.3 – Пределы допускаемой основной погрешности измерений давления встроенным модулем давления

Диапазоны измерений давления	Формы выражения погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности в зависимости от кода погрешности			
		D	E	F	G
от 0 % до 30 % ВПИ включительно	γ	$\pm 0,012$ % ВПИ	$\pm 0,015$ % ВПИ	$\pm 0,018$ % ВПИ	$\pm 0,03$ % ВПИ
от 30 % до 100 % ВПИ	δ	$\pm 0,04$ % ИВ	$\pm 0,05$ % ИВ	$\pm 0,06$ % ИВ	$\pm 0,1$ % ИВ

Примечания

- Основная погрешность измерений давления при (20 ± 2) °С включает нелинейность, гистерезис и повторяемость.
- ВПИ – верхний предел измерений встроенного модуля давления.
- ИВ – значение измеряемой величины.
- γ – пределы допускаемой приведенной к ВПИ основной погрешности.
- δ – пределы допускаемой относительной основной погрешности.
- Для модуля давления с диапазоном измерений от минус 100 до плюс 160 кПа (код модуля «D160K» или «1» в зависимости от модификации) приведённая погрешность распространяется только на диапазон от минус 30 % ВПИ до плюс 30 % ВПИ (от минус 48 до плюс 48 кПа). В остальном диапазоне нормируется предел допускаемой относительной погрешности.

Таблица А.4 – Метрологические характеристики калибраторов давления Метран-520

Наименование характеристик	Портативное исполнение	Кейсовое исполнение
Пределы допускаемой дополнительной погрешности вызванной изменением температуры окружающего воздуха от минус 10 °С до плюс 50 °С на каждые 10 °С от температуры 20 °С: - в режиме измерений давления (кроме диапазона температуры окружающей среды (20±2) °С, %; - в режимах измерений напряжения постоянного тока и воспроизведения силы постоянного тока, мА (В)	$\pm 0,5 \cdot \delta$; $\pm 0,5 \cdot \gamma^{1)}$ $\pm 0,5 \cdot \Delta$	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности в режиме измерений силы постоянного тока в диапазоне температур от минус 10 °С до плюс 10 °С и от плюс 35 °С до плюс 50 °С на каждые 10 °С, мА	$\pm 0,5 \cdot \Delta$	
Рабочие диапазоны встроенного источника создания давления, МПа: D160K, A250K D1MA, A1M D2,5M, A2,5M	—	от –0,08 до +0,16; от –0,08 до +1; от –0,08 до +2,5
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °С - атмосферное давление, кПа - относительная влажность, %, не более	от +18 до +22 от 84 до 106 80	
Примечание: 1) Пределы допускаемой дополнительной погрешности зависят от диапазона измерения давления: $\pm 0,5 \cdot \delta$ для диапазона измерения давления от 0 % до 30 % ВПИ (включительно); $\pm 0,5 \cdot \gamma$ для диапазона измерения давления от 30 % до 100 % ВПИ.		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схемы подключения калибратора при проведении поверки

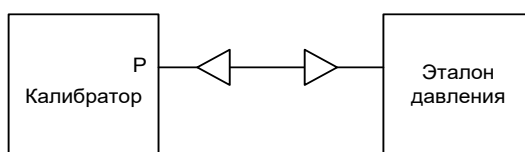


Рисунок Б.1 – Схема поверки калибратора в режиме измерений давления встроенным модулем давления

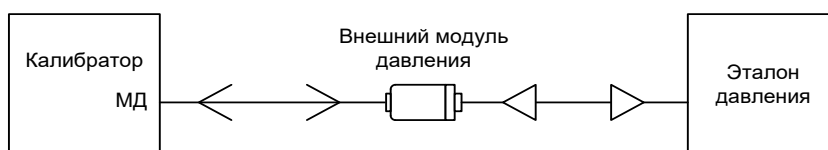


Рисунок Б.2 – Схема поверки калибратора в режиме измерений давления внешним модулем давления

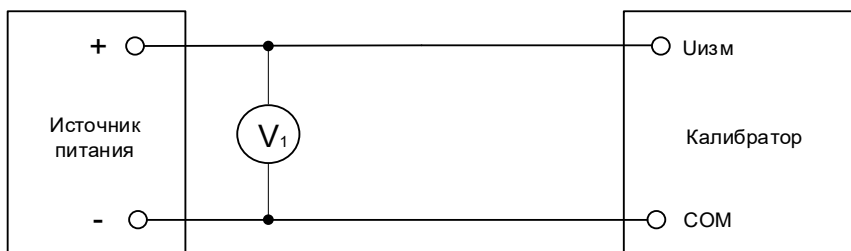


Рисунок Б.3 – Схема поверки калибратора в режиме измерений напряжения постоянного тока методом сличения

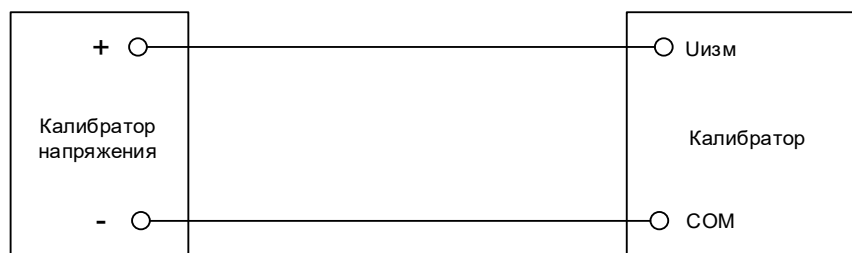


Рисунок Б.4 – Схема поверки калибратора в режиме измерений напряжения постоянного тока методом прямых измерений

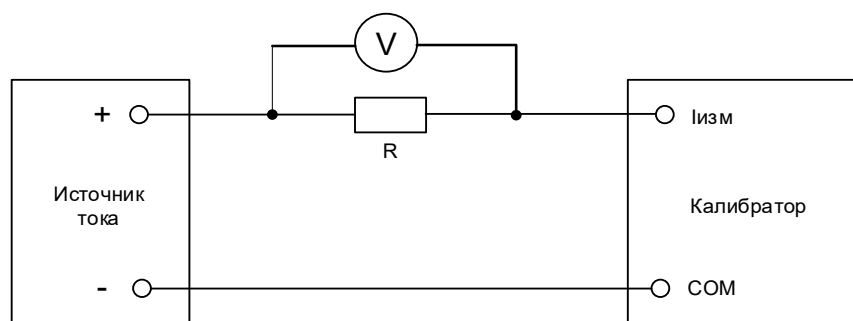


Рисунок Б.5 – Схема поверки калибратора в режиме измерений силы постоянного тока методом косвенных измерений

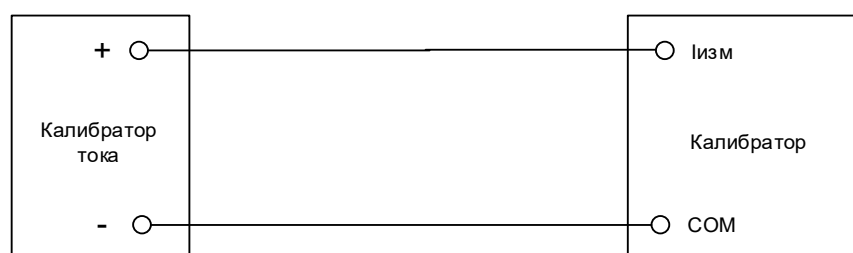


Рисунок Б.6 – Схема поверки калибратора в режиме измерений силы постоянного тока методом прямых измерений

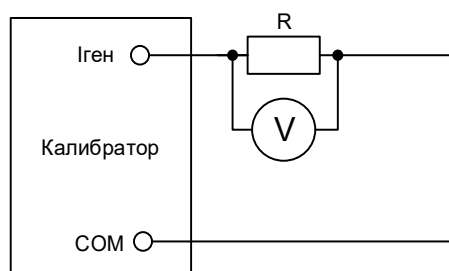


Рисунок Б.7 – Схема поверки калибратора в режиме воспроизведения силы постоянного тока методом косвенных измерений



Рисунок Б.8 – Схема поверки калибратора в режиме воспроизведения силы постоянного тока методом прямых измерений