

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

« 04 » апреля 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Установка вакуумметрическая эталонная 2-го разряда
УВЭ-СК-1**

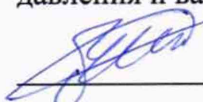
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0105-2022

Руководитель НИО государственных
эталонов в области измерений давления


Р.А. Тетерук

Руководитель НИЛ государственных
эталонов и научных исследований в
области измерений низкого абсолютного
давления и вакуума


А.А. Чернышенко

г. Санкт-Петербург
2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на установку вакуумметрическую эталонную 2-го разряда УВЭ-СК-1 (далее по тексту – установка УВЭ-СК-1), зав. № 01, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Методикой поверки (далее по тексту – МП) предусмотрена возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением заказчика, с обязательным указанием об объеме проведенной поверки в установленном порядке.

1.3 МП должна обеспечивать прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^3$ Па (ГЭТ 49-2016) и Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101).

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: непосредственное сличение эталонного вакуумметра и вакуумметра из состава установки.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Проведение операции при поверке		Номер раздела МП
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательного результата по п. 7, 8, 9 или при невозможности выполнения операций п. 10 настоящей МП.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +30 °С
- относительная влажность воздуха, не более 80 %
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

Измеряемая среда – сухой воздух или азот.

Вибрация, тряска, удары, магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу и метрологические характеристики установки и эталонных вакуумметров, должны отсутствовать.

3.2 Поверяемый вакуумметр из состава установки перед поверкой, должен находиться при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3.1 настоящей методики, не менее:

12 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится поверяемое СИ, более 10 °С;

1 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится поверяемое СИ, от 1 до 10 °С.

При разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка проводится квалифицированным персоналом лабораторий, аттестованных в установленном порядке.

4.2 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталонные и поверяемое средство измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки (эталонные единицы величин, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3	Диапазон измерений температуры от плюс 15 °С до плюс 25 °С с пределами абсолютной погрешности не более ±1 °С; диапазон измерений атмосферного давления от 840 до 1067 гПа с пределами абсолютной погрешности не более ±5 гПа; диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 80 % с пределами абсолютной погрешности не более ±3 %	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11).
10	в диапазоне измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Па, пределы допускаемой относительной погрешности не более ±7 %	Рабочий эталон 1 разряда единицы абсолютного давления по ГОСТ 8.107-81 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^3$ Па»

Окончание таблицы 2

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10	в диапазоне измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^5$ Па, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 2,5\%$	Рабочий эталон 1 разряда единицы абсолютного давления по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ », утвержденной Приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019 г.
<p>Примечания:</p> <p>Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.</p> <p>Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.</p> <p>При выборе эталона давления должны быть выполнены условия: соотношение пределов допускаемых основных погрешностей, в поверяемых точках, эталона и установки (вакуумметров входящих в состав) должно удовлетворять требованиям действующих государственных поверочных схем.</p>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды, изложенные в эксплуатационных документах средств поверки и поверяемого средства измерений.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого средства измерений следующим требованиям:

- наличие эксплуатационной документации;
- маркировка, обозначения на органах управления должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- механические повреждения и следы коррозии на деталях установки и на вакуумметрах, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики должны отсутствовать;
- соединения вакуумметров не должны иметь повреждений, препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения;
- внешний вид должен соответствовать конструктивным требованиям, указанным в эксплуатационной документации;
- комплектность должна соответствовать указанной в паспорте на установку;

- обозначения на органах управления должны соответствовать указанным в эксплуатационной документации.

Примечание:

При проведении поверки отдельных поддиапазонов из состава установки проверка комплектности осуществляется в соответствии с указанными в заявлении на поверку диапазоном измерений.

7.4 Установка, не удовлетворяющая требованиям п. 7.1 настоящей методики, не подлежит дальнейшей поверке.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверка работоспособности и определение остаточного давления установки.

8.1.1 При проверке работоспособности установки проверяют:

- возможность включения, выключения и функционирования установки в соответствии с документацией;

- работоспособность органов управления и регулирования;

- функционирование всех средств измерений и оборудования, входящих в состав установки.

8.1.2 Проверку значения предельного остаточного давления проводят следующим образом. Подготавливают установку к работе согласно ее руководства по эксплуатации. В соответствии со схемой, приведенной в приложении А настоящей программы испытаний, присоединяют к порту 1 измерительной камеры установки вакуумметр ионизационный AIGX. Вакуумные клапаны VA2 – VA8 должны быть закрыты.

Откачивают измерительную камеру установки до остаточного давления не более $2 \cdot 10^{-6}$ Па, выполнив операции пп. 2.3.2–2.3.15 руководства по эксплуатации установки. Значение остаточного давления в камере контролируют по показаниям вакуумметра ионизационного AIGX-S.

8.1.2.1 Результат считается положительным при достижении в измерительной системе манометра остаточного давления не более $2 \cdot 10^{-6}$ Па.

Примечание:

Допускается проводить проверку работоспособности и определять остаточное давление на месте эксплуатации установки.

8.2 При невозможности выполнения требований п. 8.1, установка не подлежит дальнейшей поверке.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Подтверждение соответствия ПО проводится путем сличения идентификационных данных (наименования и номера версии ПО) отображаемых на дисплее контроллера Мератат-М16М6, с данными описания типа.

9.2 Для вывода идентификационных данных перейти из главного меню в пункт меню «Информация».

9.3 Считать с дисплея из строки «ПО» номер версии ПО. Формат вывода идентификационных данных «nm_M16M6_3832», где «M16M6» – идентификационное наименование ПО, четыре последние цифры – номер версии ПО.

9.4 Подтверждение можно считать успешным, если номер версии программного обеспечения совпадает (или является не ниже) с номером версии 3832.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение диапазона измерений абсолютного давления и относительной погрешности измерений.

10.1.1 Определение диапазона измерений и относительной погрешности измерений остаточного давления проводят следующим образом.

10.1.2 Присоединяют поверяемый вакуумметр к вакуумметрической установке, обеспечивающей получение остаточного давления P_0 , связанного с нижним пределом P_{\min} поддиапазона измерений поверяемого вакуумметра соотношением (1):

$$P_0 = 0,1 \cdot P_{\min}, \quad (1)$$

и регулирование давления в пределах измерений вакуумметра давлением методом сличения показаний вакуумметра с эталоном абсолютного давления. Поддиапазон измерений вакуумметра AIGX-S от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Па, поддиапазоны измерений мембранно-емкостных вакуумметров Baratron 626A от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^2$ Па и от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^5$ Па.

10.1.3 Откачать измерительную камеру вакуумметрической установки до предельного остаточного давления P_0 . С помощью натекателя осуществить регулируемую подачу газа в измерительную камеру. В диапазоне измерений вакуумметра дискретно устанавливать проверяемые точки давления, располагая их в порядке возрастания с интенсивностью не менее трех точек в пределах каждой декады диапазона измерений давления.

Примечание:

Поверку в при значениях давления свыше $1 \cdot 10^{-2}$ Па допускается проводить в статическом режиме, т.е. без откачки камеры в момент установления измеряемого давления. В остальных случаях поверку следует выполнять в динамическом режиме, т.е. при непрерывной откачке камеры установки.

Статический режим означает, что вакуумный затвор, соединяющий измерительную камеру и вакуумную систему закрыт, и газ подается в камеру до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое значение давления.

Динамический режим обеспечивается, когда вакуумный затвор, соединяющий измерительную камеру и вакуумную систему, полностью открыт, либо частично закрыт. Газ непрерывно подается в измерительную камеру, регулируя поток подаваемого калибровочного газа, осуществляется регулировка давления.

10.1.4 После установления в каждой точке постоянства давления, фиксируемого по неизменности показаний эталона, нужно зарегистрировать одновременно показания эталона и вакуумметра. Результаты измерений занести в протокол.

Примечание:

1 Процедуру проверки проводят для каждого вакуумметра, входящего в состав установки (при проверке в полном объеме) или в указанном поддиапазоне измерений.

2 Процедуру проверки мембранно-емкостных вакуумметров Baratron 626A допускается проводить на месте эксплуатации установки (при наличии возможности).

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Обработка результатов измерений.

11.1.1 Рассчитывают относительную погрешность δ_i для каждой точки во всем диапазоне измерений по формуле:

$$\delta_i = \frac{P_{ui} - P_{эi}}{P_{эi}} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где P_{ui} – измеренное значение давления в камере установки, зафиксированное по показаниям вакуумметров, входящих в состав испытываемой установки;

$P_{эi}$ – действительное значение давления, контролируемое по эталону, в зависимости от диапазона измерений.

11.1.2 Результаты проверки считаются положительными, если относительная погрешность измерений установки в поддиапазоне измерений от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Па не превышает $\pm 15\%$, в поддиапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^2$ Па и от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^5$ Па не превышает $\pm 5\%$.

11.1.3 Результаты проверки считаются отрицательными, если значения погрешности установки в диапазоне измерений превышают пределы приведенные в п. 11.1.2.

11.2 Критерии соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

11.2.1 Критерием соответствия средства измерений метрологическим требованиям является соответствие требованиям разделов 8, 9 и положительном результате проверки п. 11.1 настоящей методики. При соблюдении всех требований результат поверки считают положительным, установка допускается к применению для измерений абсолютного давления.

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

11.3.1 При соблюдении всех требований разделов 8, 9, положительном результате проверки п. 11.1 настоящей методики, пределы допускаемой погрешности установки не должны превышать значений, установленных в описании типа, и установка будет соответствовать обязательным требованиям, предъявляемым к рабочему эталону 2-го разряда установленным ГОСТ 8.107-81 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^3$ Па» и «Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019 г. Результаты поверки считаются положительными.

Примечания:

1 Проверка соответствия установки обязательным требованиям осуществляется для указанных в заявлении на поверку поддиапазонов измерений или в полном объеме.

2 При подтверждении соответствия по п. 11.3.1 необходимо руководствоваться действующими на момент поверки государственными поверочными схемами для средств измерений абсолютного давления.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

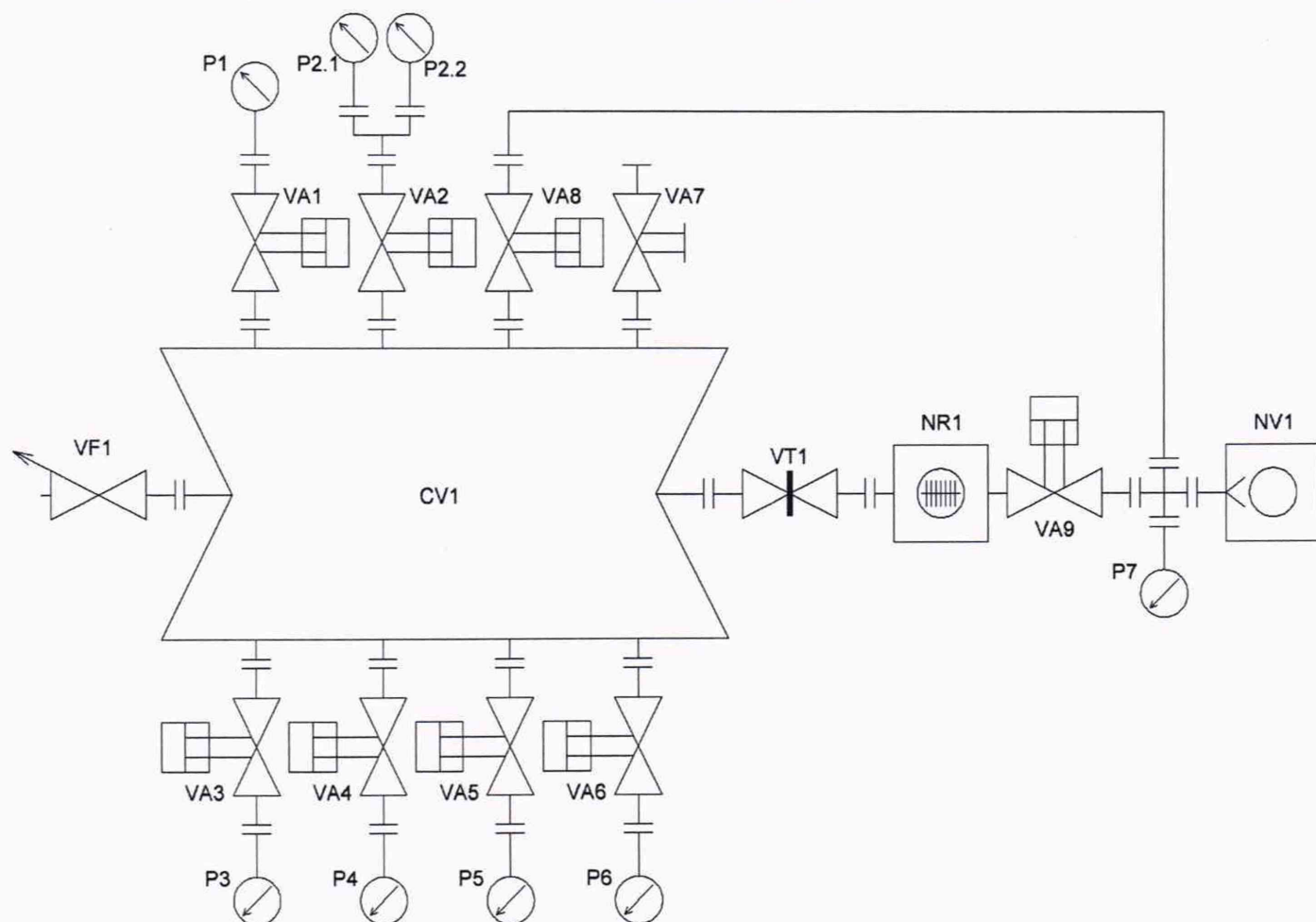
11.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке, с указанием состава средства измерений (приводится перечень вакуумметров, контроллера, вольтметра и их заводские номера), и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя с расшифровкой подписи (фамилия, инициалы), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

11.3 При отрицательных результатах поверки, выдают извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.4 Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы.

Приложение А (рекомендуемое)

Приложение А. Вакуумная принципиальная схема установки УВЭ-СК-1



Обозначения:

CV1 – вакуумная измерительная камера

NV1 – форвакуумный насос

NR1 – турбомолекулярный насос

P1 – вакуумметр ионизационный AIGX-S (поддиапазон измерений от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Па),

P2.1 – мембранно-емкостной Baratron 626A (поддиапазон измерений от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^2$ Па),

P2.2 – мембранно-емкостной Baratron 626A (поддиапазон измерений от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^5$ Па),

P3 – P6 – поверяемые (калибруемые) вакуумметры,

P7 – индикаторный вакуумметр

VF1 – высокоточный натекатель,

VA1-VA9 – вакуумные клапаны

VT1 – вакуумный затвор