

**РЕКОМЕНДАЦИЯ**  
Государственная система обеспечения  
единства измерений

**Вакуумметры**

Методика поверки

МИ 140-89

Москва  
1988 г.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА Государственным комитетом СССР по стандартам

### ИСПОЛНИТЕЛИ

С.М. Бородицкая (руководитель темы)

В.В. Кузьмин, к.т.н.

2. УТВЕРЖДЕНА НПО «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС

4. ВЗАМЕН МИ 140-77

РЕКОМЕНДАЦИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА  
ИЗМЕРЕНИЙ  
ВАКУУММЕТРЫ  
Методика поверки  
МИ 140-89

Дата введения 01.07

Настоящая рекомендация распространяется на вакуумметры по ГОСТ 27758, а также на вакуумметрические преобразователи давления (далее - преобразователи) и устанавливают методику их первичной и периодических поверок.

Поверку вакуумметров проводят комплектно и, в обоснованных случаях, поэлементно. Индивидуальная градуировка вакуумметров должна производиться комплектно.

### 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п. 6.1);
- опробование (п. 6.2);
- проверки технических параметров (п. 6.3);
- определение метрологических характеристик (п. 6.5).

### 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 1.

Таблица 1

<i>Номер пункта МИ</i>	<i>Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики</i>
6.1	-
6.2	Средства измерения, указанные в технической документации (ТД) к вакуумметрам
6.3	То же
6.5	Образцовые вакуумметры 1 и 2-го разрядов, образцовые вакуумметрические установки 1 и 2-го разрядов в соответствии с ГОСТ 8.107

2.2 Образцовая вакуумметрическая установка должна удовлетворять требованиям, указанным в приложении 1.

### 3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению измерений при поверке и обработке их результатов допускают лиц, получивших квалификацию поверителя в ВИСМ и (или) прошедших необходимое обучение в головной или базовой организации Госстандарта СССР или в ведомственной метрологической службе (по разрешению Госстандарта СССР).

### 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, содержащиеся в ТД на поверочную аппаратуру и поверяемые вакуумметры (преобразователи).

### 5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены условия, соответствующие требованиям ГОСТ 8.395.

5.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы в соответствии с ТД на поверяемый вакуумметр (преобразователь).

5.3 Проверить состояние и комплектность эксплуатационных документов к поверяемому вакуумметру (преобразователю).

5.4 Проверить выполнение предложений и замечаний по заключению предыдущей поверки (по свидетельству).

### 6 Проведение поверки

#### 6.1 Внешний осмотр

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

6.1.1 Отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на работу вакуумметра (преобразователя).

6.1.2 Комплектность вакуумметра (преобразователя) в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.1.3 Соответствие маркировки вакуумметра (преобразователя) требованиям ТД.

6.1.4 Правильность обозначений на шкалах и органах управления вакуумметра в соответствии с его ТД.

6.1.5 При несоответствии требованиям п п.6.1.1. - 6.1.4. вакуумметр (преобразователь) к дальнейшей проверке не допускается.

#### 6.2 Опробование

При опробовании должна быть проверена возможность выполнения следующих действий, соответствующих его эксплуатационной документации.

6.2.1 Работоспособность средства измерений при подаче электропитания для всех рабочих режимов.

6.2.2 Работоспособность органов управления и регулирования режимов, а также прочность их крепления, фиксация и коммутация их положений.

6.2.3 Работоспособность и правильность защитной и аварийной сигнализации.

6.2.4. При несоответствии требованиям пп. 6.2.1 - 6.2.3 вакуумметр (преобразователь) к дальнейшей проверке не допускается.

### 6.3 Проверка технических параметров

6.3.1 При проверке технических параметров поверяемого средства измерений должно быть установлено соответствие параметров режимов измерений (электрических напряжений, токов, сопротивлений, магнитных индукций, напряженностей полей и т.д.) и параметров блокировочных, защитных, сигнализирующих и др. устройств требованиям, задаваемым к вакуумметру (преобразователю). Содержание и последовательность операций поверки, необходимые СИ, вспомогательные средства измерений и схемы их соединений определяются в ТД к вакуумметру (преобразователю). При неудовлетворительных результатах проверки вакуумметр (преобразователь) к дальнейшему проведению проверки не допускается.

6.4 Подготовить к работе поверяемый и образцовый вакуумметры в соответствии с их эксплуатационной документацией, включая необходимую настройку (калибровку) приборов.

6.5 Определение метрологических характеристик — диапазона измерения (преобразования) давлений и основной относительной погрешности измерения (преобразования). При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений должны быть выполнены следующие операции.

6.5.1 Присоединить поверяемый преобразователь к образцовой вакуумметрической установке, обеспечивающей получение остаточного давления в соответствии с п. 6.5.5 и регулирование давлений в пределах диапазона измерений поверяемого вакуумметра. Закрытый преобразователь следует присоединить к камере возможно более короткой трубкой с поперечным сечением не менее, чем у штенгеля преобразователя, и проводимостью не менее  $3 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с. Ориентация преобразователя в пространстве должна учитывать указания, имеющиеся в соответствующей ТД. Проверить герметичность присоединения.

6.5.2 Преобразователи образцового и поверяемого вакуумметров должны быть расположены на камере симметрично относительно ее откачивающего отверстия.

Примечание — В технически обоснованных случаях допускается иное взаимное расположение образцовых и рабочих вакуумметров (преобразователей), обеспечивающее необходимую точность поверки.

6.5.3 Установленные на камере преобразователи должны быть отдалены друг от друга настолько, чтобы создаваемые в них электрические, магнитные и другие поля не воздействовали заметно друг на друга: при отключении каждого из преобразователей от измерительного блока сигналы любых других средств измерений не меняются.

6.5.4 Общее число одновременно поверяемых вакуумметров не ограничено, если соблюдаются требования п. 3 приложения I и пп. 6.5.2, 6.5.3.

6.5.5 Откачать измерительную камеру образцовой вакуумметрической установки до предельного остаточного давления  $P_0$ , связанного с нижним пределом  $P_{\min}$  диапазона измерения (преобразования) поверяемого (градуируемого) вакуумметра (преобразователя) соотношением  $P_0 = \alpha P_{\min}$ , где  $\alpha$  — коэффициент, значение которого выбирается по таблице 2.

Таблица 2

<i>Предел допускаемой основной относительной погрешности поверяемого (градуируемого) вакуумметра (преобразователя), %</i>	<i>Значение коэффициента <math>\alpha</math></i>	
	<i>при поверке</i>	<i>при индивидуальной градуировке</i>
$\leq  \pm (4 — 6) $	0,01	<0,01
$ \pm (6 — 15) $	0,03	0,02
$ \pm (15 — 30) $	0,1	0,03
$ \pm (30 — 50) $	0,1	0,05
$>  \pm 50 $ , а также при давлениях менее $10^{-6}$ Па	0,3	0,1

В необходимых случаях измерительную камеру и преобразователь следует прогревать. Способы и режимы прогрева должны быть указаны в ТД установки и вакуумметра (преобразователя).

6.5.6 С помощью натекателя осуществить регулируемую подачу газа в измерительную камеру. В диапазоне давлений  $P_{\min} - P_{\max}$  ( $P_{\max}$  — верхний предел диапазона измерений (или преобразования)) поверяемого (градуируемого) вакуумметра (преобразователя) дискретно устанавливать поверочные (градуировочные) точки, располагая их в порядке возрастания давления с интенсивностью не менее трех точек — при поверке и пяти точек — при индивидуальной градуировке в пределах каждой декады давлений диапазона измерения (преобразования). Поверку (градуировку) вакуумметров (преобразователей) производить во всем диапазоне измерений.

6.5.7 Поверку вакуумметров, не воздействующих на давление и состав остаточного газа (например, тепловых и деформационных вакуумметров) при давлениях выше  $1 \times 10^{-2}$  Па допускается производить 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.

6.5.8 После установления в каждой поверочной (градуировочной) точке постоянства давления, фиксируемого по неизменности (в пределах, не превышающих 0,3 относительной погрешности) показаний образцового вакуумметра в течение 30 с — при поверке 1 мин. - при индивидуальной градуировке, зарегистрировать одновременно показания обоих приборов. Измерения производить в соответствии с указаниями, содержащимися в ТД к ним. При поверке многоканального вакуумметра отсчитывать показания по всем каналам последовательно. При поверке вакуумметра, метрологические характеристики которого нормированы по аналоговому выходу, показания отсчитывать по соответствующему внешнему прибору, подключенному к данному выходу.

6.5.9 При индивидуальной градуировке вакуумметров, воздействующих на состав и давление остаточного газа (например, ионизационных и магниторазрядных вакуумметров), в комплекте с закрытыми преобразователями перед измерением следует контролировать газодинамический баланс в объеме преобразователя. Для определения быстроты газовыделения или газопоглощения следует между преобразователем и камерой поместить «сухой» вакуумный кран, работающий без смазки, например, магнитный затвор (рекомендуемая конструкция приведена в приложении 2) и после закрытия его регистрировать изменение давления  $\Delta P$  (по изменению сигнала преобразователя) за измеряемый промежуток времени  $\Delta t$  в секундах. Быстроту  $S$  следует вычислять по формуле

$$S = \left| \frac{V}{\Delta t} \ln \left( \frac{P_0}{P_0 + \Delta P} \right) \right| ,$$

где  $S$  — быстрота газовыделения или газопоглощения, м<sup>3</sup>/с;  
 $V$  — объем преобразователя до крана, м<sup>3</sup>;  
 $P_0$  — начальное давление в объеме  $V$ , Па.

При  $S < 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с выполнять измерения по п.6.5.8.

При  $S > 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с следует выполнять необходимые технологические операции (прогрев, кратковременные импульсы повышения давления и т.д.) и вновь определить значение  $S$ .

## 7 Обработка результатов измерений

7.1 При поверке преобразователя или вакуумметра без непосредственного отсчета давлений перевести его показания, полученные по п. 6.5.8, в значения давления  $P_{пов}$  в соответствии с указаниями, содержащимися в их свидетельствах об аттестации (поверке) и в их ТД.

7.2 Перевести показания образцового вакуумметра или образцовой вакуумметрической установки, полученные по п. 6.5.8., в значения давления  $P_{пов\ i}$  в соответствии с указаниями, содержащимися в их свидетельствах об аттестации (поверке) и в их ТД.

### 7.3 Определение $\delta_i$

Основная относительная погрешность  $\delta_i$  в процентах вычисляется по формуле

$$\delta_i = \frac{(P_{пов\ i} - P_{обр\ i})}{P_{обр\ i}} * 100$$

Основная относительная погрешность не должна превышать предела допускаемой основной относительной погрешности  $\delta$ , приведенной в ТД на поверяемое средство измерений (в специально оговариваемых в ТД на средства поверки случаях — для определенного процента градуировочных точек).

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При  $|\delta_i| \leq \delta$  вакуумметр (преобразователь) признают годным к применению: результаты государственной первичной поверки оформляют отметкой в паспорте, удостоверенной подписью поверителя; результаты периодической поверки оформляют выдачей свидетельства установленной формы и (или) нанесением оттиска поверительного клейма (если прибор клеймят, указать место клеймения). В обоих случаях указывают срок следующей поверки.

8.2 При  $|\delta_i| > \delta$  свидетельство о поверке аннулирует, клеймо гасят и выдают извещение о непригодности с указанием причин.

8.3 При индивидуальной градуировке вакуумметра (преобразователя) зависимость между его показаниями или значениями  $P_{пов}$  и давлениями  $P_{обр}$  следует выразить в табличной, графической или аналитической форме. Для линейного вида указанной зависимости допускается вычислять соответствующие частные значения чувствительности (приведенной чувствительности) или постоянной средства измерения и среднее арифметическое этих значений. При сопоставлении его с номинальным (паспортным) значением чувствительности или постоянной относительное отклонение между ними не должно превышать заданного в ТД предела допускаемых относительных отклонений этих величин.

8.4 В свидетельстве о поверке, выдаваемом на индивидуально градуируемый вакуумметр, помимо результатов градуировки по п.8.3. должны быть указаны условия градуировки.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Справочное

#### Требования к образцовой вакуумметрической установке

Вакуумметрическая установка должна удовлетворять следующим требованиям.

1 Состав и взаимное расположение основных элементов установки должны соответствовать приведенным на схеме.

2 Измерительная камера установки должна иметь форму сферы или цилиндра с диаметром не менее 0,1 м и отношением длины к диаметру 0,7 — 1,5. Примечание. В технически обоснованных случаях допускается использовать камеры с иными формами и геометрическими соотношениями.

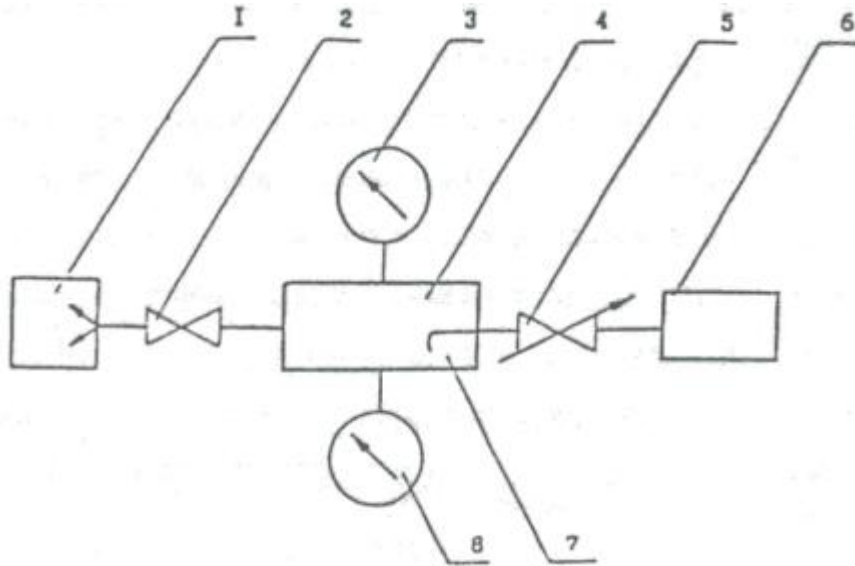
3 Объем измерительной камеры должен быть не менее, чем в 10 раз больше суммарного объема всех присоединенных к ней преобразователей ( для закрытых преобразователей — вместе с присоединенными трубками ), но не менее  $2 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ .

4 Откачными средствами образцовой вакуумметрической установки должны служить любые вакуумные насосы и агрегаты, обеспечивающие как требуемые предельные давления (см. п. 6.5.5), так и стабильные равновесные давления в пределах диапазона измерений поверяемого вакуумметра (см. п. 6.5.6). Должны быть приняты меры по предотвращению проникновения паров и частиц рабочих веществ насосов в измерительную камеру.

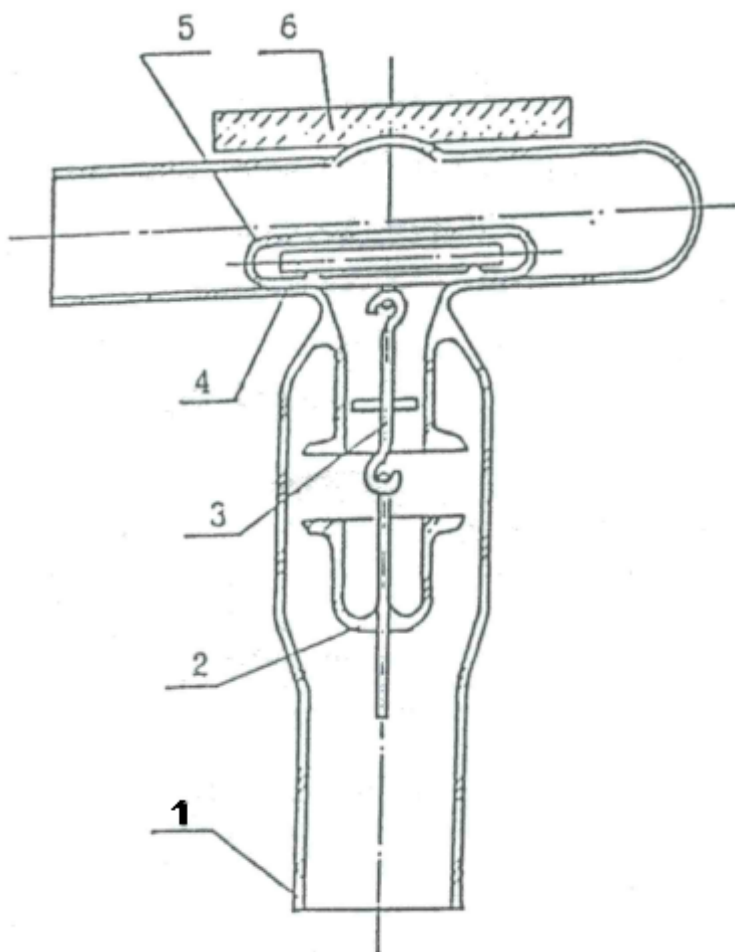
5 Быстрота откачки камеры должны быть не менее  $0,5 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$  — для давлений выше  $1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-1} \text{ Па}$  и не менее  $1 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$  — для давлений ниже  $1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-1} \text{ Па}$ .

6 Подача газа (сухого воздуха, азота) из натекателя в камеру должна производиться через рассеивающее устройство, форма и расположение которого показаны на схеме.

### Схема образцовой вакуумметрической установки



- 1 — вакуумный насос, 2 — клапан, 3 — образцовый вакуумметр,  
 4 — измерительная камера, 5 — натекатель, 6 — резервуар с газом,  
 7 — рассеивающее устройство, 8 — вакуумметр

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2***Рекомендуемое***Магнитный затвор**

1 — колеа, 2- подвеска, 3 — крючок, 4 — стержень,  
5 — держатель, 6 — магнит