

"УТВЕРЖДАЮ"

Зам. генерального директора  
НПО "ВНИИ им. Д. И. Менделеева"

В. А. Щеглов

"19" 12 1988 г.



РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения

единства измерений

вакуумметры

Методика поверки

МД 140-89

Государственный комитет СССР по стандартам

Москва

1988 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНОСТЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
ВАКУУММЕТРЫ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МИ

Взамен МИ 140-77

дата введения

01.07.89г

настоящая рекомендация распространяется на вакуумметры по ГОСТ 27758, а также на вакуумметрические преобразователи давления (далее - преобразователи) и устанавливают методику их первичной и периодической 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.);

проверка 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 табл. 1.

Таблица 1

Номер пункта Ми	Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики
6.1.	-
6.2.	Средства измерения, указанные в технической документации (ТД) к вакуумметрам
6.3.	То же
6.5.	Образцовые вакуумметры 1-го и 2-го разряда образцовые вакуумметрические установки 1 и 2 разрядов в соответствии с ГОСТ 3.107

2.2. Образцовая вакуумметрическая установка должна удовлетворять требованиям, указанным в Приложении I.

### 3. Требования к квалификации поверителей

3.1. К проведению измерений при поверке и обработке их результатов допускают лиц, получивших квалификацию поверителя в БИС.4 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 итогам 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 попечальным сечением не менее, чем у штенгеля преобразователя, и проводимостью не менее  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ . 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 вакуумметров 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 изменяются.

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

Предел допускаемой основной относительной погрешности поверяемого (градуируемого) вакуумметра (преобразователя), %	Значение коэффициента $\alpha$	
	при поверке	при индивидуальной градуировке
$\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)  $		0,05
$>   \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  $1 \cdot 10^{-2}$  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 и 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 при-

ложении 2) и после закрытия его зарегистрировать изменение давления  $\Delta P$  (по изменению сигнала преобразователя) за измеряемый промежуток времени  $\Delta t$  в секундах. Быстроту  $S$  следует вычислять по формуле

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

где  $S$  - быстрота газовыделения или газопоглощения,  $\text{м}^3/\text{с}$  ,

$V$  - объем преобразователя до крана,  $\text{м}^3$  ,

$P_0$  - начальное давление в объеме  $V$ , Па ,

при  $S < 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$  выполнять измерения по п.6.5.8.

При  $S > 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$  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  $P_{\text{пов}} i$  в соответствии с указаниями, содержащимися в их ТД.

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

### 7.3. Определение $\delta_i$

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

$$\delta_i = \frac{P_{\text{пов}} i - P_{\text{обр}} i}{P_{\text{обр}} i} \cdot 100.$$

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

## 8. Оформление результатов поверки

8.1. При  $|\delta_i| \leq \delta$  вакуумметр (преобразователь) признают годным к применению, на него выдают свидетельство о поверке и (или) ставят клеймо. В паспорте вакуумметра (преобразователя) делают отметку о поверке и указывают срок следующей поверки.

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

8.3. При индивидуальной градуировке вакуумметра (преобразователя) зависимость между его показаниями или значениями  $P_{\text{пов}}$  и давлениями  $P_{\text{обр}}$  следует выразить в табличной, форме графической или аналитической форме. Для линейного вида указанной зависимости допускается вычислять соответствующие частные значения чувствительности (приведенной чувствительности) или постоянной средства измерений 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.

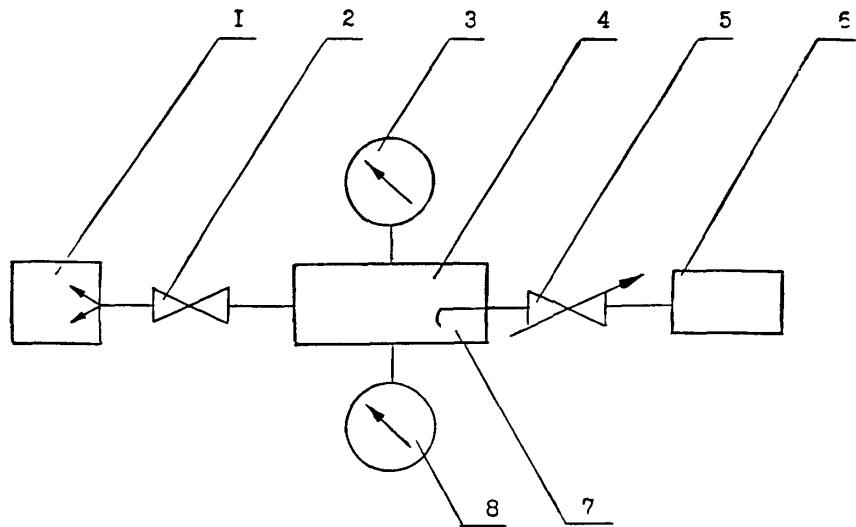
8.4. В свидетельстве о поверке, выдаваемом на индивидуально градуированный вакуумметр, помимо результатов градуировки по п. 8.3. должны быть указаны условия градуировки.

## Справочное

Требования к образцовой вакуумметрической установке.  
вакуумметрическая установка должна удовлетворять следующим  
требованиям.

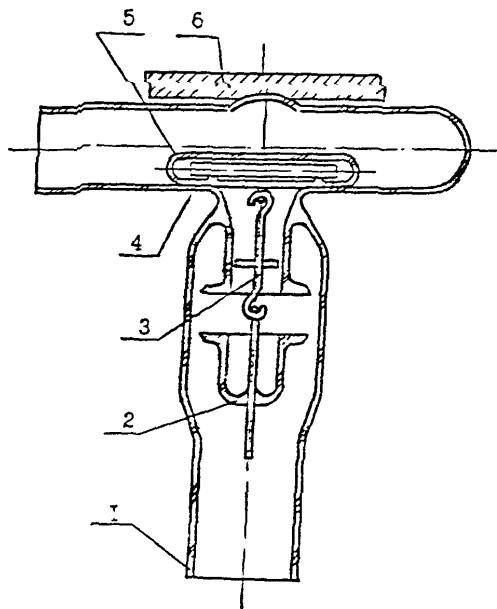
1. Состав и взаимное расположение основных элементов установки должны соответствовать приведенным на схеме.
2. Измерительная камера установки должна иметь форму сферы или цилиндра с диаметром не менее 0,1 м и отношением длины к диаметру 0,7 - 1,5. Примечание. В технически обоснованных случаях допускается 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 присоединительными трубками), но не менее  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ .
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 должна быть не менее  $0,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$  - для давлений выше  $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$  Па и не менее  $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$  - для давлений ниже  $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$  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 вакууметрической установки



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

МАГНИТНЫЙ ЗАТВОР



1 - КОЛЛЕР, 2 - ПОДВЕСКА, 3 - КРЫЧОК, 4 - СТЕРЖЕНЬ,

5 - ДЕФЛЕКТОР, 6 - МАГНИТ

## 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 ВНИИМ

4. ВЗАМЕН МИ 140-77

Начальник НИО

А.П.Челкин

Начальник сектора

законодательной метрологии

М.Н.Селиванов

Начальник сектора

Б.Н.Горобей

Рук. темы

С.М.Бородицкая

Исполнители:

С.М.Бородицкая

В.В.Кузьмин