



## РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГСИ. Манометры и вакуумметры деформационные  
образцовые с условными шкалами

Методика градуирования

МИ 2102-90

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Разработаны и внесены ВНИИМС Госстандарта СССР.

Исполнитель Шильдкрет Л.А., к.т.н. (руководитель темы).

2. Утверждены, зарегистрированы и введены в действие ВНИИМС.

3. Взамен ГОСТ 8.161-83\* в части определения градуировочной характеристики.

4. Ссылочные нормативно-технические документы

---

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта
--	-------------------------

---

ГОСТ 8291-83

1.2

ГОСТ 7328-82

1.2

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

---

Государственная система обеспечения	Во всем ГОСТ 8.161-83
единства измерений. Манометры и вакуум-	в части определения
метры деформационные образцовые с ус-	градуировочной харак-
ловными шкалами. Методика градуирования.	теристики

---

Настоящая рекомендация распространяется на манометры и вакуумметры деформационные образцовые с условными шкалами, а также на манометры и вакуумметры типа МТИ и ВТИ класса точности 0,6, аттестуемые по классу точности 0,4 (в дальнейшем - приборы), предназначенные для поверки манометров и вакуумметров и устанавливает методы и средства их градуирования.

Порядок использования результатов градуирования в качестве результатов поверки определяется методическими указаниями по поверке приборов.

Градуирование в условиях серийного производства приборов должно осуществляться в соответствии с технологическим процессом.

### 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ГРАДУИРОВАНИЯ

1.1. Операции, проводимые при градуировании, должны соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

---

Операции градуирования	Номера пунктов настоящей рекомендации
Опробование	5.1
Определение градуировочной характеристики	5.2
Определение вариации показаний	5.3
Определение равномерности интервалов давления	5.4

---

1.2. При проведении градуирования должны применяться следующие

средства:

- манометры образцовые грузопоршневые 1 или 2 разряда по ГОСТ 8291-83 класса точности 0,02 и 0,05 соответственно;
- мановакуумметры образцовые грузопоршневые класса точности 0,05 с верхним пределом измерений 0,25 МПа;
- вакуумметры образцовые грузопоршневые класса точности 0,02 и 0,05;
- автоматические датчики давления типа АЭД, АЭДГ, АЭДГМ, АЭДГП-16 класса точности 0,02 и 0,05;
- датчики давления типа "Воздух" класса точности 0,02 и 0,05;
- набор гирь ГО-3-1110 и МГО-3-1100-1 по ГОСТ 7328-82;
- термометр с пределами измерений 10-30 °С с погрешностью не более  $\pm 0,5$  °С;
- газожидкостная разделительная камера с предельным рабочим давлением 1,6 МПа;
- вакуумный насос с остаточным давлением не более 100 Па.

*С.002*  
*20,7*  
*К*  
*мм*  
*Р.ес*

1.3. Образцовые приборы, применяемые при градуировании, должны быть поверены или аттестованы в органах метрологической службы.

1.4. Допускается применять средства градуирования, не указанные в п. 1.2 при условии их соответствия требованиям настоящих указаний.

## 2. УСЛОВИЯ ГРАДУИРОВАНИЯ

2.1. При проведении градуирования должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) температура окружающего воздуха должна быть 20 или 23 °С (в соответствии с указанием паспорта) с допускаемым отклонением:
  - $\pm 2$  °С - для приборов классов точности 0,15 и 0,25; МТИ и ВТИ;
  - $\pm 5$  °С - для приборов класса точности 0,4.

В случае отсутствия паспорта допускаемые отклонения должны быть:

- $\pm 1$  °C - для приборов класса точности 0,15;
- $\pm 2$  °C - для приборов класса точности 0,25, МТИ и ВТИ;
- $\pm 3$  °C - для приборов класса точности 0,4

2) в процессе выдержки и измерения температура должна оставаться постоянной или изменяться за каждые 30 мин не более чем на половину допуска, указанного в п. 2.1.1;

3) скорость изменения измеряемого давления - не более 5 % верхнего предела измерений в 1 с;

4) изменение давления, указанного в п. 2.1.3, должно быть монотонным;

5) относительная влажность окружающего воздуха должна быть не более 80 %;

6) вибрация или тряска не должны превышать значений, вызывающих размах колебаний стрелки более 0,1 длины наименьшего деления шкалы.

2.2. Отсчет показаний необходимо производить по градуируемому прибору с абсолютной погрешностью, не превышающей 0,1 цены деления шкалы:

- в первой серии измерений - до и после легкого постукивания согнутым пальцем по корпусу в плоскости циферблата;
- в следующих сериях - только после постукивания.

2.3. Диапазон измерений образцового прибора должен обеспечивать выполнение следующих условий:

*ВН<sub>0</sub>, ВП<sub>0</sub> - диапазон измерений образцового прибора*

$$\frac{ВН_0}{(P_0)_н} \leq 0,06 P_0$$

$$\frac{ВП_0}{(P_0)_в} \geq P_0$$

*ВП - верхний предел измерений образцового прибора*

(2)

*ВН<sub>0</sub>, ВП<sub>0</sub>*, где  $(P_0)_н$  и  $(P_0)_в$  - нижний и верхний пределы измерений образцового прибора;

*ВП<sub>1</sub>* -  $P_в$  - верхний предел измерений градуируемого прибора.

2.4. При выборе образцового прибора должно быть соблюдено следующее условие:

$$\frac{\Delta_{\sigma}}{P_{\sigma}} \cdot 100 \leq \alpha_{\rho} \cdot \gamma \quad (3)$$

$\frac{\Delta_{\sigma}}{P_{\sigma}} \cdot 100 \leq 0,05$   
 $\frac{2,4}{500} \cdot 100 \leq$

где  $\Delta_{\sigma}$  - предел допускаемой абсолютной погрешности образцового прибора в тех же единицах, что и  $P_{\sigma}$ ;

$\alpha_{\rho}$  - отношение предела допускаемой погрешности образцового прибора к пределу допускаемой погрешности градуируемого прибора ( $\alpha_{\rho} \leq 0,4$ );  $\alpha_{\rho} = 0,125$

$\gamma$  - предел допускаемой основной погрешности градуируемого прибора в процентах от верхнего предела измерений.

2.5. Газожидкостную раздельную камеру следует применять в случае, когда давление в градуируемом и образцовом приборе необходимо создавать различными средами.

2.6. Уровень жидкости в газожидкостной раздельной камере должен находиться в одной горизонтальной плоскости с уровнем измерений давления образцовым прибором с допускаемой погрешностью  $\pm 2$  мм.

2.7. При отсутствии технической возможности выполнения п. 2.6 настоящей методики, в показания градуируемого прибора вводится поправочный коэффициент.

2.8. Поправочный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K = 1 + \frac{\rho_{ж} \cdot g \cdot H}{P} \quad (4)$$

где  $P$  - давление, измеряемое образцовым прибором;

$\rho_{ж}$  - плотность рабочей жидкости образцового прибора;

$g$  - местное ускорение свободного падения;

$H$  - разность высот между уровнями измерения давления

образцовым прибором и жидкости в раздельной камере.

2.9. Поправочный коэффициент  $K$  применяют, если:

$$|K - 1| \geq 0,001 \quad \gamma \frac{P_e}{P} \quad (5)$$

2.10. В показания градуируемого прибора необходимо внести температурную поправку, если температура окружающего воздуха при градуировании отличается от нормальной  $t_n$  (20 или 23 °С в соответствии с указанием паспорта на прибор).

Величину поправки  $\Delta$  рассчитывают по формулам (5а или 5б) или берут из таблицы температурных поправок, прикладываемой к прибору.

Температурные поправки ( $\Delta$ , условные единицы) рассчитываются по формулам:

для приборов классов точности 0,15 и 0,25

$$\Delta = 400 \times \frac{P}{P_e} (t_n - t) \quad (5a);$$

для приборов класса точности 0,4

$$\Delta = 250 \times \frac{P}{P_e} (t_n - t) \quad (5б),$$

где  $P$  - измеряемое давление;

$P_e$  - то же, что и в формуле 1;

$t$  - действительная температура окружающей среды;

$X$  - температурный коэффициент модуля упругости, равный:

для приборов классов точности 0,15 и 0,25:

$4 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$  - для приборов с  $P_e$  от 0,1 до 2,5 МПа  
(от 1 до 25 кгс/см<sup>2</sup>) избыточного и вакуумметрического давления;

$3 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$  - для приборов с  $P_e$  от 4 до 60 МПа  
(от 40 до 600 кгс/см<sup>2</sup>);

для приборов класса точности 0,4:

$3,5 \cdot 10^{-4}$  1/°C для приборов с  $P_0 \leq 0,1$  МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) избыточного и вакуумметрического давления;

$3 \cdot 10^{-4}$  1/°C для приборов с  $P_0$  от 16 до 60 МПа (от 160 до 600 кгс/см<sup>2</sup>);

$4 \cdot 10^{-4}$  1/°C для приборов с  $P_0$  от 0,16 до 10 МПа (от 1,6 до 100 кгс/см<sup>2</sup>). Для внесения температурных поправок температуру окружающего воздуха следует измерять с погрешностью не более  $\pm 0,5$  °C.

Значение температурной поправки берут со знаком "плюс" при температуре воздуха меньше 23 °C, и со знаком "минус" - при температуре больше 23 °C.

### 3. ПОДГОТОВКА К ГРАДУИРОВАНИЮ

3.1. Перед проведением градуирования должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

3.1.1. Градуируемый прибор выдерживают при температуре окружающего воздуха в помещении для градуирования не менее:

12 ч - при разнице температур воздуха в помещении для градуирования и местом, откуда вносится прибор, более 10 °C;

1 ч - при разнице температур воздуха в помещении для градуирования и местом, откуда вносится прибор, от 1 до 10 °C.

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

3.1.2. Градуируемый прибор подключают к устройству для создания давления в положение, соответствующее обозначению на его корпусе. При отсутствии такого обозначения ось штуцера прибора должна быть вертикальна с допустимым отклонением, не превышающим 5 °C.

3.1.3. Стрелку прибора, имеющего корректор нуля, устанавливают на нулевую отметку шкалы.

3.2. Перед градуированием необходимо выдержать прибор под давлением,



ранним верхнему пределу измерений, в течение 5 мин, а затем снизить давление до нуля, откорректировать при необходимости нулевое положение стрелки. Допускается вакуумметры выдерживать под давлением, абсолютное значение которого составляет не менее 0,95 значения атмосферного давления в момент градуирования.

3.3. Герметичность градуируемого прибора и его уплотнения проверяют под давлением, указанным в п.3.2, путем перекрытия вентиля в магистрали прибора. Прибор и уплотнение считают герметичными, если его показания через 2 минуты после установления давления в течение 3 минут не уменьшаются более чем на 2 % верхнего предела измерений.

3.4. Допускается совмещать операции по пп.3.2 и 3.3.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Помещение, предназначенное для градуирования приборов, должно быть оборудовано установками пожарной сигнализации и пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 и оснащено общеобменной приточной и вытяжной вентиляцией, вытяжными и негорячими шкафами для хранения небольшого количества бензина и керосина.

4.2. При градуировании необходимо соблюдать санитарные правила и инструкции для обращения с легковоспламеняющимися и горючими веществами.

4.3. В помещении запрещается применять открытый огонь.

4.4. Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений градуируемого прибора.

4.5. Запрещается снимать прибор с устройства для создания давления

а) при значениях давлений более:

100 кПа - для приборов с верхним пределом измерений более 10 МПа;

50 кПа - для остальных приборов;

б) если не горит сигнальная лампа "D" на автоматических датчиках давления АЭДГ и АЭДГМ.

### 5.1. Опробование

При опробовании должно быть определено соответствие приборов следующим требованиям:

- соединение корпуса с держателем или штуцером должно быть прочным, исключающим их взаимное смещение;

- корректор нуля должен обеспечивать перемещение стрелки в каждую сторону от нулевой отметки не менее чем на:

  - 4 условные единицы после изготовления или ремонта прибора;

  - 2 условные единицы в остальных случаях;

у приборов без корректора нуля стрелка должна находиться на нулевой отметке с допустимым отклонением в условных единицах, не превышающим предела допускаемой основной погрешности;

у приборов типа МТИ и ВТИ корректор нуля должен обеспечивать перемещение стрелки в каждую сторону от нулевой отметки в процентах верхнего предела измерений не менее чем на:

  - 2 % - после изготовления и ремонта прибора;

  - 0,5 % - в остальных случаях.

### 5.2. Определение градуировочной характеристики

5.2.1. Градуирование проводят методом непосредственного сличения с образцовым прибором.

5.2.2. Проводят две серии измерений. Полученные результаты заносят в протокол по форме 1 справочного приложения.

Между сериями приборы выдерживают без давления в течение 5 мин.

5.2.3. Число градуируемых точек шкалы должно быть не менее 8. Градуируемые точки должны быть достаточно равномерно распределены по шкале прибора. Рекомендуемое число точек шкалы указано в табл. 2. Для приборов типа МТИ и ВТИ число градуируемых точек должно быть равно числу оцифрованных отметок шкалы.

Верхние пределы измерений манометра ( $\times 10^n$ ), МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Значение интервала давления между точками шкалы ( $\times 10^n$ ), МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Число точек шкалы
0,1 (1)	0,01 (0,1)	11
0,16 (1,6)	0,02 (0,2)	9
0,25 (2,5)	0,02 (0,2) и 0,01 (0,1)	14
0,4 (4)	0,05 (0,5)	9
0,6 (6)	0,05 (0,5)	13

- Примечания:
1. Показатель степени  $n$  может быть равным нулю или целым положительным или отрицательным числом.
  2. Для приборов с верхним пределом измерений  $0,25 \cdot 10^n$  МПа ( $2,5 \cdot 10^n$  кгс/см<sup>2</sup>) значение интервала, равное  $0,01 \cdot 10^n$  МПа ( $0,1 \cdot 10^n$  кгс/см<sup>2</sup>) устанавливают между двумя последними градуируемыми отметками шкалы. Для вакуумметров допускается устанавливать до 11 точек градуирования, причем последняя должна соответствовать давлению, под которым выдерживают прибор перед коррекцией положения стрелки (п.3.2).

5.2.4. Значения давления задают по образцовому прибору. Каждая серия содержит измерения на прямом (повышение давления) и обратном (понижение давления) ходах. Между прямым и обратным ходом прибор выдерживают под давлением по п.3.2 в течение времени  $t$ , устанавливаемого при заказе на выполнение градуирования. Если это время в заказе не оговорено, оно принимается равным 5 мин. Время  $t$ , установленное при заказе, должно быть указано в протоколе, оформляемом по результатам градуирования; время  $t$ , равное 5 мин, допускается в протоколе не указывать.

Отсчет показаний прибора производят после выдержки под давлением, соответствующим градуируемой отметке шкалы, не менее 5 с и результаты вносят в протокол, вводя при необходимости температурные поправки.

5.2.5. Смещение стрелки, вызванное легким однократным постукиванием пальцем по боковой поверхности прибора в направлении, параллельном плоскости шкалы в каждой градуируемой точке определяют как разность показаний прибора до и после постукивания только в первой серии измерений. При этом не менее 85 % полученных разностей не должно превышать значений, указанных в табл.3.

Требование настоящего пункта не распространяется на приборы типов МТИ и ВТИ.

5.2.6. Размах показаний  $d$  для каждой градуируемой отметки определяют по формулам:

при повышении давления:

$$d_{\delta} = [(A_{\delta})_i]_{\max} - [(A_{\delta})_i]_{\min} \quad (6)$$

при понижении давления:

$$d_M = [(A_M)_i]_{\max} - [(A_M)_i]_{\min} \quad (7)$$

где  $(A_{\delta})_i$  и  $(A_M)_i$  - показания прибора в  $i$ -й градуируемой точке при повышении и понижении давления соответственно.

5.2.7. Величина  $d$  должна соответствовать значениям, указанным в табл.3. Допускается превышение этой величины на 0,1 условную единицу: на одной точке - при числе градуируемых точек до 9; на двух точках - при числе градуируемых точек более 9.

Для приборов типов МТИ и ВТИ величина  $d$  не должна превышать 0,2 % от верхнего предела измерений.

5.2.8. Значение точек градуировочной характеристики определяют по формулам:

при повышении давления:

$$\bar{a}_d = \frac{a_{d1} + a_{d2}}{2} \quad (8)$$

при понижении давления:

$$\bar{a}_n = \frac{a_{n1} + a_{n2}}{2} \quad (9)$$

5.2.9. Диапазон допустимых значений  $\bar{a}_d$  и  $\bar{a}_n$ , соответствующих верхнему пределу измерений манометров и давлению минус 95 кПа для вакуумметров, приведены в табл.3.

Значения, приведенные в табл.3 в скобках, относятся к градуированию в кгс/см<sup>2</sup> при выпуске из производства и после ремонта приборов, изготовленных до 01.07.91 г.

### 5.3. Определение вариации показаний

5.3.1. Вариацию показаний в прибора в каждой градуируемой точке, кроме точек, соответствующих нижнему и верхнему пределу измерений, определяют по формуле:

$$b = |\bar{a}_d - \bar{a}_n| \quad (10)$$

5.3.2. Величина  $b$  не должна превышать значений, указанных в документации на прибор.

### 5.4. Определение равномерности интервалов давления

5.4.1. Равномерность интервалов давления определяют по всей шкале прибора по данным градуирования. Интервалы считаются равномерными, если:

$$|I_k - I_{k+1}| \leq 0,1 I_{\max} \quad (11)$$

где  $I_1 = \bar{a}_{1+1} - \bar{a}_1$

$I_{1+1} = \bar{a}_{1+2} - \bar{a}_{1+1}$

$I_{\text{max}}$  - значение наибольшего из всех интервалов.

Для приборов МТИ и ВТИ равномерность интервалов не определяется.

5.5. При несоответствии прибора любому требованию раздела 5, градуирование повторяют. Если и в этом случае прибор не соответствует требованиям, то прибор бракуют.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГРАДУИРОВАНИЯ

6.1. К приборам, удовлетворяющим требованиям рекомендации, прилагают протокол градуирования с результатами градуирования по форме 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

ПРОТОКОЛ ГРАДУИРОВАНИЯ

ПРОТОКОЛ N \_\_\_\_\_

градуирования образцового деформационного \_\_\_\_\_

N \_\_\_\_\_ с верхним пределом измерения \_\_\_\_\_

изготовленного \_\_\_\_\_

и принадлежащего \_\_\_\_\_

Класс точности \_\_\_\_\_ Рабочая среда \_\_\_\_\_  
(газ, жидкость)

Градуирование проводилось по \_\_\_\_\_

класса точности \_\_\_\_\_ типа \_\_\_\_\_

с верхним пределом измерений \_\_\_\_\_

Время выдержки на верхнем пределе измерения  $t =$  \_\_\_\_\_ мин.

Номинальное значение при повышении давления

Показания градуированного прибора, условные единицы

при понижении давления

Значение Вариация

Среднее значение

Размах показаний

Среднее значение

Размах показаний

Среднее значение

Размах показаний

Среднее значение

Размах показаний

Среднее значение

Размах показаний

Среднее значение

Размах показаний

Среднее значение

Размах показаний

МПа, кПа

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

темпера- тура

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

БП СП

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

Примечания: 1. В герфу "1-ая серия наблюдения" записывают результат наблюдения после поступления  
2. В таблице приняты обозначения:  
БП - без температурных поправок и поправочных коэффициентов;  
СП - с учетом температурных поправок и поправочных коэффициентов.



Проверяемый параметр	Результаты измерений	Пределы допускаемых значений
Наибольшее смещение стрелки от постукивания по корпусу прибора		
Наибольшее или наименьшее показание при давлении, равном верхнему пределу измерений		
Рамах показаний		
Наибольшее значение вариации показаний		

**Заключение:** годен, не годен (в последнем случае указывают причину негодности).

-----  
Подпись

**Примечания:**

1. При отсутствии необходимости введения в показания прибора температурных поправок, графы 3, 5, 9, 10, 12, 15 не заполняют.
2. Графы 3, 5, 10, 12 не заполняют, а поправку учитывают в графах 8 и 15, если при проведении всех серий измерений температура окружающего воздуха постоянна, но отличается от нормальной.

Результаты градуирования (Форма 2)

Номинальное значение давления, МПа, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Среднее значение показаний, условные единицы, при температуре _____ °С.	
	при повышении давления	при понижении давления

Градуирование проводил \_\_\_\_\_ подпись

- Примечания:
1. В первую графу заносят данные первой графы протокола градуирования (форма 1).
  2. Во вторую и третьи графы 7 или 8; 14 или 15 протокола градуирования.
  3. Значение температуры указывают 20 или 23 °С при введении в показания температурных поправок.