ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.905— 2015

Государственная система обеспечения единства измерений

МАНОМЕТРЫ ПОКАЗЫВАЮЩИЕ

Рабочие средства измерений. Метрологические требования и методы испытаний

(OIML R 101:1991, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 53 «Основные нормы и правила в области обеспечения единства измерений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 декабря 2015 г. № 2121-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного документа МОЗМ Р 101:1991 «Манометры, вакуумметры, мановакуумметры показывающие и записывающие с упругими элементами (рабочие приборы)» [OIML R 101:1991 «Indicating and recording pressure gauges, vacuum gauges and pressure-vacuum gauges with elastic sensing elements (ordinary instruments)», NEQ]

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МАНОМЕТРЫ ПОКАЗЫВАЮЩИЕ

Рабочие средства измерений.
Метрологические требования и методы испытаний

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Indicating pressure gauges.
Ordinary measuring instruments.
Metrological requirements and test methods

Дата введения — 2016—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на деформационные показывающие (стрелочные и цифровые) манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры, тягонапоромеры (далее — манометры), предназначенные для измерений постоянного избыточного давления жидкости, газа и пара, в том числе вакуумметрического (отрицательного избыточного) давления газа.

Настоящий стандарт предназначен для специалистов, разрабатывающих программы испытаний, а также методики поверки и калибровки конкретных средств измерений давления.

Настоящий стандарт не распространяется на эталоны и на самопишущие манометры.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.802 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 МПа

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 2405 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия

ГОСТ 8291 Манометры избыточного давления грузопоршневые. Общие технические требования

ГОСТ 14254 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р 52931 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

ГОСТ Р ИСО 5725 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Единицы измерений давления

3.1 Единицей измерений давления в СИ является Паскаль (Па), который соответствует Ньютону на кв. м ($Н/м^2$).

3.2 Градуировка манометров производится в Па или кратных от них: кПа, МПа и гПа, образуемых в соответствии с СИ.

3.3 Допускается применение внесистемных единиц: Бар, $кгс/см^2$, мм рт. ст., мм вод. ст., psi и других. При использовании внесистемных единиц рекомендуется записывать в скобках значения давления в единицах СИ в соответствии с [1] .

4 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по [2], а также следующие термины с соответствующими определениями:

4.1 **постоянное давление:** Давление, не изменяющееся или плавно изменяющееся во времени со скоростью не более 1% диапазона показаний в секунду.

4.2 **переменное давление:** Давление, плавно и многократно возрастающее и убывающее по любому периодическому закону со скоростью от 1 до 10% диапазона показаний в секунду.

4.3 **нормальное рабочее положение манометра:** Положение манометра с отклонением от вертикали не более 5° в любую сторону.

4.4 **номинальная функция преобразования:** Расчетная зависимость вида:

$$P_{пок} = F(P_{вх}),$$

где $P_{пок}$ — показания шкалы или дисплея манометра;

$F(P_{вх})$ — номинальная функция преобразования манометра.

$P_{вх}$ — измеряемое давление на входе манометра в нормальных условиях.

Примечание — В настоящем стандарте рассматривается только линейная номинальная функция преобразования.

4.5 **действительная функция преобразования:** Экспериментально определенная с помощью эталона реальная зависимость показаний манометра от измеряемого давления.

4.6 **диапазон показаний манометра**: Область значений шкалы стрелочного манометра, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы или крайние значения показаний дисплея цифрового манометра.

4.7 **диапазон измерений манометра:** Множество значений давления, которые могут быть измерены данным манометром с указанными показателями точности при определенных условиях.

Примечание — Диапазон показаний и диапазон измерений равны если метрологические характеристики манометра нормируются во всем диапазоне показаний.

4.8 **избыточное давление:** Давление, превышающее окружающее давление, которое принимают за опорное.

4.9 **отрицательное избыточное (вакуумметрическое) давление:** Давление, не превышающее окружающее давление, которое принимают за опорное.

4.10 **окружающее давление:** Давление среды, окружающей манометр в месте и в момент измерений; может быть равно атмосферному давлению.

4.11 **опорное значение величины:** Значение величины, которое используют в качестве основы для сопоставления со значениями величин того же рода.

4.12 **испытания в целях утверждения типа:** Комплекс испытаний, включающих экспериментальное определение количественных и (или) качественных свойств манометров, как результата воздействия на него внешних факторов, проводимых для определения соответствия манометра требованиям действующих нормативных документов и технической документации изготовителя в целях утверждения типа.

Примечание — К манометрам одного типа относятся манометры, имеющие одинаковые: назначение, конструкцию, принцип действия и выпускающиеся по одной технической документации и технологии.

4.13 **калибровка манометров:** Совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного манометра, и соответствующим значением

величины, определенным с помощью эталона, с целью определения метрологических характеристик этого манометра.

4.14 **поверка манометров:** Установление официально уполномоченным органом пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

4.15 **класс точности манометра:** Обобщенная характеристика данного типа манометров, как правило, отражающая их уровень точности и выражаемая точностными характеристиками средств измерений.

4.16 **погрешность манометра:** Разность между показанием манометра и известным опорным (действительным) значением.

4.17 **основная погрешность манометра:** Погрешность манометра, применяемого в нормальных условиях.

4.18 **дополнительная погрешность манометра:** Составляющая погрешности манометра, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

4.19 **систематическая погрешность манометра:** Составляющая погрешности манометра, принимаемая за постоянную или закономерно изменяющуюся при повторных измерениях одной и той же величины.

4.20 **случайная погрешность манометра:** Составляющая погрешности манометра, изменяющаяся случайным образом

4.21 **абсолютная погрешность:** Погрешность СИ, выраженная в единицах измеряемой величины.

Примечание — Абсолютная погрешность манометра это:

- наибольшее инструментальное смещение ([2] 7.21) или наибольшая разность между средними значениями действительной функции преобразования и значениями номинальной функции преобразования манометра при одном и том же значении измеряемого давления, выраженная в единицах давления (используется при испытаниях или калибровке);
- наибольшая разность между измеренным значением и показанием эталона при одном и том же значении измеряемой величины, выраженная в единицах давления при поверке.

4.22 **приведенная погрешность манометра:** Абсолютная погрешность манометра, выраженная в процентах от нормирующего значения — диапазона показаний манометра.

Примечание — Диапазон показаний для мановакуумметров и тягонапоромеров — сумма модулей диапазонов показаний в области положительного и отрицательного избыточного давления

4.23 **относительная погрешность манометра:** Абсолютная погрешность манометра, выраженная в процентах от нормирующего значения — текущего показания манометра.

4.24 **комбинированная погрешность манометра:** Форма выражения погрешности манометра, содержащая одновременно абсолютную и (или) относительную и (или) приведенную погрешности.

4.25 **основная погрешность манометра:** Составляющая погрешности манометра, применяемого в нормальных условиях.

4.26 **дополнительная погрешность манометра:** Составляющая погрешности манометра, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

4.27 **инструментальная неопределенность манометра:** Составляющая неопределенности измерений, обусловленная применяемым манометром при калибровке и испытаниях в целях утверждения типа.

4.28 **стандартная инструментальная неопределенность:** Неопределенность результата измерений, выраженная в виде среднего квадратического отклонения (СКО).

4.29 **суммарная стандартная инструментальная неопределенность:** Стандартная неопределенность результата измерений, полученного через значения других величин, равная положительному квадратному корню суммы членов, причем члены являются дисперсиями или ковариациями этих других величин, взвешенными в соответствии с тем, как результат измерений изменяется при изменении этих величин.

4.30 **расширенная неопределенность показаний манометра:** Величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, в пределах которого находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли бы быть приписаны измеряемой величине.

4.31 **нелинейность действительной функции преобразования манометра:** Составляющая погрешности и инструментальной неопределенности показаний манометра, характеризующая систематическое отклонение действительной функции преобразования от номинальной функции преобразования (от расчетной прямой линии).

Примечание — Нелинейность, выраженная в процентах от диапазона показаний манометра, характеризует также значение систематической погрешности, инструментальное смещение и «правильность» показаний.

4.32 **сходимость (повторяемость) показаний манометров:** Составляющая погрешности и инструментальной неопределенности показаний манометров, характеризующая среднеквадратический разброс показаний манометра, выраженная в единицах измеряемой величины или в процентах диапазона показаний, при многократных, следующих непосредственно одна за другой, проверках манометра при одном и том же входном давлении и при одном и том же направлении изменения входного давления.

Примечание — Максимальное значение сходимости, выраженное в процентах от диапазона показаний соответствует случайной составляющей основной погрешности манометра и прецизионности показаний манометра в данной точке диапазона измерений.

4.33 **правильность показаний манометра:** Степень близости результата измерений принятому опорному значению. Правильность характеризуется инструментальным смещением, систематической составляющей погрешности или неопределенности, а также нелинейностью манометров по ГОСТ Р ИСО 5725.

4.34 **прецизионность показаний манометра:** Степень близости друг другу двух или нескольких значений измеряемой величины при одинаковых условиях по ГОСТ Р ИСО 5725.

5 Основные параметры и размеры

5.1 Диапазон измерений или показаний приводят в нормативной документации (НД) на манометры конкретного типа. Рекомендованные диапазоны измерений или показаний манометров приведены в приложении А.

5.2 Диапазон измерений или показаний манометров избыточного давления, как правило, должен быть от 0% до 100%. Для стрелочных манометров допускается устанавливать пределы измерений от 25% до 75% диапазона показаний. Диапазон измерений вакуумметрического давления должен быть равен диапазону показаний.

5.3 Класс точности манометров выбирают из ряда:

0,6; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 1-0,6—1; 1,5—1—1,5; 2,5—1,5—2,5; 4—2,5—4.

Модуль основной погрешности манометров соответствует классу точности.

Соответствие диаметра шкалы или размера лицевой панели корпуса стрелочных манометров классу точности приведено в таблице 1.

Таблица 1 — Диаметр или размер лицевой панели

Диаметр или размер лицевой панели корпуса, мм, не более	Класс точности				
	0,6 1—0,6—1	1,0 1,5—1—1,5	1,5 2,5—1,5—2,5	2,5 4—2,5—4	4,0
40	–	–	–	+	+
50	–	–	+	+	+
60	–	–	+	+	+
63	–	–	+	+	+
100	+	+	+	+	+
160	+	+	+	+	–
250	+	+	+	–	–

При применении шкал с дифференцированным значением основной погрешности устанавливают следующие условные обозначения классов точности:

1—0,6—1; 1,5—1—1,5; 2,5—1,5—2,5; 4—2,5—4.

Пример определения класса точности, для которых нормируется комбинированная погрешность, приведен в приложении Б.

6 Технические требования

6.1 Манометры следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта и НД на манометры конкретного типа.

6.1.1 Значения предела допустимой основной погрешности манометров Δ, выраженное в процентах диапазона показаний, и дифференцированное значение предела допустимой основной погрешности для манометров в нормальных условиях приведены в таблице 2.

Пределы допустимой основной погрешности Δ составляют:

0,8Δ — при выпуске манометров из производства и ремонта;

Δ — для манометров, находящихся в эксплуатации.

Таблица 2 — Пределы допустимой основной погрешности

Обозначение класса точности	Пределы допустимой основной погрешности, % диапазона показаний, в диапазоне шкалы		
	от 0 до 25%	Свыше 25% до 75 %	Свыше. 75% до 100%
0,6	±0,6	±0,6	±0,6
1—0,6—1	±1,0	±0,6	±1,0
1	±1,0	±1,0	±1,0
1,5—1—1,5	±1,5	±1,0	±1,5
1,5	±1,5	±1,5	±1,5
2,5—1,5—2,5	±2,5	±1,5	±2,5
2,5	±2,5	±2,5	±2,5
4—2,5—4	±4,0	±2,5	±4,0
4	±4,0	±4,0	±4,0

6.1.2 Вариация показаний манометров не должна превышать абсолютного значения предела допустимой основной погрешности показаний по 6.1.1.

Вариация показаний многострелочных манометров при одном и том же давлении определяют по каждой стрелке отдельно.

6.1.3 Манометры должны соответствовать требованиям 6.1.1 и 6.1.2 при соблюдении условий:

- манометры должны быть установлены в нормальном рабочем положении;
- температура окружающего воздуха должна быть 20 °С или 23 °С с допускаемым отклонением:

± 2 °С — для манометров классов точности 0,6; 1; 1—0,6—1; 1,5—1—1,5;

±5 °С — для манометров классов точности 1,5; 2,5; 4; 2,5—1,5—2,5; 4—2,5—4.

Конкретное значение температуры (20 °С или 23 °С) устанавливают в НД на манометры конкретного типа;

- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- вибрация и удары должны отсутствовать или не достигать значений, вызывающих колебания стрелки более 0,1 длины наименьшего деления шкалы стрелочных манометров или более одной единицы последнего разряда цифровых манометров;
- давление должно быть создано нейтральной средой (газом или жидкостью). При отсутствии особых указаний в качестве среды, передающей давление, должны быть:
- нейтральный газ — для манометров с верхним пределом измерений до 0,25 МПа (2,5 кгс/см^2);
- неагрессивная жидкость плотностью от 0,8 до 1,2 кг/дм^3 — для манометров с верхним пределом измерений свыше 0,25 МПа (2,5 кгс/см^2);
- для манометров, в которых переход с жидкой среды на газообразную и наоборот не вызывает изменение показаний более чем на предел допустимой основной погрешности, допускается применять для создания давления любую среду (газ или жидкость).

Примечание — Для некоторых типов манометров и некоторых областей применения не допускается использование масла и других жидкостей в качестве среды, передающей давление;

- повышение и понижение давления осуществляют плавно, т.е. скорость изменения измеряемого давления не должна превышать 10% диапазона показаний в секунду;
- у манометров, имеющих корректор нуля, стрелка должна быть установлена на нулевую отметку;
- перемещение стрелки в пределах всей шкалы при повышении и понижении давления должно быть плавным без скачков или заеданий, превышающих предел допустимой основной погрешности и заеданий;

- торец штуцера проверяемых манометров и торец штуцера эталона или нижний конец поршня грузопоршневого манометра должны находиться в одной горизонтальной плоскости или должно быть учтено давление, создаваемое разностью высот столбов рабочей жидкости.

6.1.4 Стабильность

6.1.4.1 Манометры должны выдерживать перегрузку избыточным давлением, значение которого должно соответствовать указанным в таблице 3.

Таблица 3 — Значения перегрузки

Верхний предел измерений, МПа (кгс/см^2)	Перегрузка (в % диапазона показаний)
До 10 (100)	25
Свыше 10 (100) » 60 (600) »	15
» 60 (600) » 160 (1600) »	10
» 160 (1600) » 1000 (10000) »	5

После выдержки манометров без давления не менее 1 ч они должны соответствовать требованиям 6.1.1 и 6.1.2.

6.1.4.2 Манометры с верхними пределами измерений до 25 МПа (250 кгс/см^2) должны выдерживать воздействие 20000 циклов воздействия переменного избыточного давления, манометры с верхними пределами свыше 25 МПа (250 кгс/см^2) до 160 МПа (1600 кгс/см^2) — 15000 циклов воздействия переменного избыточного давления, изменяющегося в диапазоне от (30 ± 5)% до (70 ± 5)%.

Число циклов для манометров с верхним пределом измерений свыше 160 МПа (1600 кгс/см^2) устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

После выдержки манометры без давления не менее 1 ч он должны соответствовать требованиям 6.1.1 и 6.1.2.

6.1.5 Надежность

6.1.5.1 Среднюю наработку на отказ следует выбирать из ряда: 66000; 80000; 100000; 125000 ч.

Критерием отказа является выход основной погрешности за пределы, указанные в 6.1.1 и 6.1.2.

В обоснованных случаях допускается устанавливать и другие значения наработки.

6.1.5.2 Установленный срок службы указывает производитель в НД на манометры конкретного типа.

6.1.5.3 Показатели надежности манометров, работающих в агрессивных средах, устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

6.1.6 Массу манометров в зависимости от верхнего предела измерений (показаний), исполнений, размера корпуса и наличия дополнительных устройств устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

6.1.7 Требования устойчивости к внешним воздействиям

6.1.7.1 По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха и атмосферного давления манометры должны соответствовать одной из групп исполнения по ГОСТ Р 52931.

Дополнительная погрешность или изменение показаний от изменения температуры окружающего воздуха, выраженное в процентах диапазона показаний, не должно превышать значения, определяемого по формуле:

$$\Delta = \pm K_t \Delta t\,, \tag{1}$$

где K_t — рекомендуемый температурный коэффициент:

- для манометров классов точности 0,6; 1; 1,5; 1—0,6—1; 1,5—1—1,5 не более 0,06% / °С;
- для манометров классов точности 2,5; 4; 2,5—1,5—2,5; 4—2,5—4 не более 0,1% / °С;

Δt — абсолютное значение разности температур, определяемое по формуле

$$\Delta t = \left| t_2 - t_1 \right|, \tag{2}$$

где t_1 — значение нормальной температуры окружающего воздуха;

t_2 — действительное значение температуры окружающего воздуха..

6.1.7.2 По устойчивости к механическим воздействиям деформационные показывающие манометры подразделяют на исполнения:

- вибропрочное;

- виброустойчивое.

Манометры вибропрочного и (или) виброустойчивого исполнения должен соответствовать одной из групп исполнения по ГОСТ Р 52931.

Изменение показаний (срабатывания) и половина размаха колебаний стрелки манометров, а также допускаемое количество изменяющихся под влиянием вибрации знаков последнего разряда цифровых манометров виброустойчивого исполнения устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

После воздействия вибрации (6) манометры вибропрочного и виброустойчивого исполнений должны соответствовать требованиям 6.1.1 и 6.1.2.

6.1.7.3 Значение угла наклона и изменение показаний при воздействии удара, длительного крена, наклона и размах колебаний стрелки при качке и наклоне устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

6.1.7.4 Степень защиты манометров от проникания твердых частиц, пыли и воды должна соответствовать одной из групп исполнения по 14254.

6.1.7.5 Манометры в транспортной таре должны выдерживать воздействие тряски или ударов, температуры и относительной влажности по ГОСТ Р 52931.

6.1.8 Требования безопасности

6.1.8.1 Общие требования безопасности к манометрам с сигнализирующим устройством должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0.

6.1.8.2 Электрическая прочность и сопротивление изоляции электрических цепей манометра с сигнализирующим устройством должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52931.

6.1.8.3 Конкретные требования безопасности манометров устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

6.1.9 Конструктивные требования

6.1.9.1 Конструкция манометров должна обеспечивать возможность измерения одной величины (давления) — однострелочные манометры или одновременное измерение нескольких величин — многострелочные.

Конструкция цифровых манометров может обеспечивать измерение нескольких физических величин, например, измерение давления, электрического тока, напряжения, сопротивления, частоты и др.

6.1.9.2 Деформационные показывающие манометры могут быть изготовлены с дополнительным электрическим устройством для сигнализации.

В зависимости от принципа действия сигнализирующего устройства манометры подразделяют на:

- манометры прямого действия;
- манометры непрямого действия.

Допускается изготавливать электрическую часть манометров непрямого действия в виде отдельных блоков.

6.1.9.3.Сигнализирующее устройство манометров должно обеспечивать коммутацию внешних цепей.

6.1.9.4 Манометры, предназначенные для измерений давления агрессивной, вязкой и кристаллизующейся среды, могут быть применены с разделительным устройством.

6.1.9.5 Значение дополнительной погрешности, вносимой разделительным устройством, устанавливают НД на манометры конкретного типа.

6.1.9.6 В манометрах допускается наличие корректора нуля для установки стрелки на нулевую (начальную) отметку шкалы или для установки нулевого значения на дисплее цифровых манометров.

6.1.9.7 Допускается изготавливать манометры с контрольной стрелкой. Требования к контрольной стрелке и ее конструкции должны быть установлены в НД на манометры конкретного типа.

6.1.9.8 Циферблат и шкала манометров должны соответствовать ГОСТ 2405.

6.1.9.9 Манометры, предназначенные для измерений давления хладонов и аммиака и других специальных измерений, могут иметь температурную шкалу.

Цвет температурной шкалы и чисел отсчета температуры должен быть:

- черный или красный — для плюсовой температуры;
- черный или синий — для минусовой температуры.

6.1.9.10 Диапазон измерений от 25% до 75% для стрелочных манометров допускается выделять линией, полосой или другими знаками. В зависимости от функционального назначения манометров допускается выделять отдельные элементы шкалы ярким цветом (зеленым, желтым, красным). При этом, как правило, желтым цветом выделяют выход измеряемого параметра из нормы, а красным цветом — его аварийное состояние.

Ширину цветовой зоны выбирают в соответствии с высотой деления шкалы: не менее высоты малого деления и не более высоты большого.

6.1.9.11 Ширина указательного конца стрелки должна быть не более 1,5-кратной ширины наименьшей отметки.

6.1.9.12 У манометров с упором для остановки стрелки на нулевой отметке смещение стрелки от нуля допускается только в сторону увеличения показаний на значение, не превышающее предела допускаемой основной погрешности.

6.1.9.13 Допускается у двухстрелочных манометров окрашивать стрелку и соответствующий ей штуцер в красный цвет, а другую стрелку и штуцер — в черный.

6.1.9.14 Стекло (или другой прозрачный материал) манометров не должно иметь дефектов, препятствующих правильному отсчету показаний.

6.2 Комплектность устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

6.3 Маркировка

6.3.1. На циферблат манометра наносят:

- единицу физической величины;
- знак «–» (минус) перед числом, обозначающим верхний предел измерений вакуумметрического давления;
- класс точности или условное обозначение класса точности (например: 0,6 или 1—0,6—1);
- условное обозначение рабочего положения манометров, если оно отличается от нормального;
- наименование или условное обозначение измеряемой среды — при специальном исполнении манометра.

6.3.2 На циферблате, корпусе или табличке деформационных показывающих манометров могут быть нанесены:

- номинальное напряжение и ток — для манометров с сигнализирующим устройством;
- условное обозначение манометра;
- знак утверждения типа;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- другие необходимые обозначения.

7 Правила приемки

7.1 Правила приемки манометров устанавливает производитель в НД на манометры конкретного типа.

7.2 Приемо-сдаточным испытаниям подвергают каждый манометр. Периодические испытания, как правило, проводят один раз в год, но не менее чем на трех манометрах.

7.3 Испытания манометров, связанные с определением основной погрешности, проводят в нормальных условиях по ГОСТ 8.395.

7.4 Порядок проведения испытаний на надежность (6.1.5) устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

План контроля показателей надежности должен соответствовать требованиям НД. В качестве приемочного значения контролируемого параметра принимают значение средней наработки, указанной в НД на манометры конкретного типа.

7.5 Типовые испытания проводят в тех случаях, когда вносят изменения в конструкцию, материалы или технологию, влияющие на метрологические и технические характеристики манометров.

8 Методы испытаний

8.1 Контроль конструкции, размеров, комплектности, маркировки проводят визуально, сличением с чертежами, измерением размеров средствами измерений, обеспечивающими требуемую точность.

8.2 Методы проверки числа срабатываний, разрывной мощности контактов, испытание манометров на воздействие удара, наклонов корпуса, крена и качки, проверка манометров с контрольной стрелкой устанавливают в НД на манометры конкретного типа.

8.3 Рекомендованный перечень российских эталонов давления, применяемых при испытаниях, калибровке и поверке представлен в приложении В, вспомогательные СИ и другое оборудование указывают в НД на манометры конкретного типа. Могут быть использованы и другие эталоны, обеспечивающие необходимую точность.

8.4 Основную погрешность манометров определяют как максимальную разность между показаниями манометра и опорным (действительным) значением измеряемого давления в соответствующей проверяемой точке, определяемого по эталону, одним из следующих способов:

- заданное опорное давление устанавливают по эталону, а показания отсчитывают по проверяемому манометру;

- стрелку проверяемого манометра или показания дисплея устанавливают на проверяемую отметку шкалы, а действительное давление отсчитывают по эталону;

- отсчет показаний манометра класса точности 0,6 следует проводить не менее чем на восьми значениях давления; классов точности 1; 1,5; 2,5; 4 и 1—0,6—1; 1,5—1—1,5; 2,5—1,5—2,5; 4—2,5—4 — не менее чем на пяти значениях давления.

Основную погрешность срабатывания сигнализирующего устройства определяют не менее чем на трех отметках шкалы как максимальную разность между значениями давления, на которое установлен указатель сигнализирующего устройства, и соответствующим действительным (опорным) значением, измеряемым по эталону, при котором произошло срабатывание (появление или исчезновение сигнала).

При проверке показывающей части манометров указатели сигнализирующего устройства должны быть отведены за пределы шкалы.

При проверке манометров давление плавно повышают и проводят отсчет показаний на заданных проверяемых отметках шкалы или дисплея. На верхнем пределе измерений манометры выдерживают под давлением в течение 5 мин.

После этого давление плавно понижают. Проверку манометров и отсчет показаний проводят при тех же значениях давления, что и при повышении.

У манометров с корректором нуля стрелку или показания дисплея устанавливают на нулевую (начальную) отметку перед определением основной погрешности показаний при любых видах испытаний.

Определение основной погрешности и вариации показаний манометров с контрольной стрелкой проводят при отведенной за верхний предел измерений контрольной стрелкой.

При поверке, как правило, проводят один цикл нагружения манометра, а при испытаниях в целях утверждения типа и при калибровке манометров проводят несколько циклов нагружения манометров, как правило пять циклов, испытательным давлением вверх и вниз от нулевого до максимального значения и обратно. Это позволяет рассчитать составляющие погрешности и инструментальной неопределенности показаний манометра: нелинейность, гистерезис и сходимость (повторяемость). Погрешность гистерезиса определяют как разность между вариацией и зоной нечувствительности. Зону нечувствительности определяют в трех точках диапазона показаний: от 5% до 15%, от 45% до 55%, от 85% до 95% — на трех (предпочтительно на пяти) циклах в каждой из трех точек. Испытание проводят следующим образом: входное давление медленно увеличивают и фиксируют значение входного давления, вызвавшее заметное изменение показаний манометра; затем входное давление медленно уменьшают и фиксируют значение входного давления, вызвавшее заметное изменение показаний.

Разность между зафиксированными значениями входного давления, выраженная в процентах от диапазона измерений манометра, является зоной нечувствительности.

Зона нечувствительности не должна превышать 20% предела допускаемой основной погрешности.

При проверке вакуумметра с верхним пределом измерений 0,1 МПа (1 кгс/см^2) отсчет показаний и выдержку под давлением проводят при давлении, равном минус 0,09—0,095 МПа (0,9—0,95 кгс/см^2).

При выборе эталона соблюдают следующие требования:

- верхний предел измерений эталона должен быть не менее верхнего предела измерений проверяемого манометра;

- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности эталона должны быть не более 0,25 пределов допускаемой основной абсолютной погрешности проверяемого манометра.

По желанию заказчика могут быть определены составляющие погрешности: нелинейность (правильность), гистерезис (вариация) и повторяемость (сходимость, прецизионность), которые определяют с помощью данных, полученных из массива экспериментальных данных, в соответствии с приложением Г. Данные заносят в таблицу и, при необходимости, строят действительную характеристику преобразования («кривую отклонений») манометра $P_п = F(P_{вх})$. Затем из таблицы или из графика определяют точку с максимальным отклонением действительной характеристики от номинальной и для нее определяют погрешность или инструментальную неопределенность, в том числе составляющие погрешности или инструментальной неопределенности в соответствии с ГОСТ Р 5725 и [3].

8.5 Испытание манометра на перегрузку (6.1.4.1) проводят, выдерживая манометр под давлением в течение 15 мин.

8.6 Испытание манометра на воздействие переменного давления (6.1.4.2) проводят на установке, создающей циклически и плавно изменяющееся давление.

Испытания следует проводить сериями циклов переменного давления. Число циклов в серии и продолжительность перерыва между сериями указывают в НД на манометр конкретного типа. В перерыве между сериями манометр выдерживают без давления.

8.7 Методику испытаний на безотказность и режимы (6.1.5), при которых проводят испытания, устанавливают в НД на манометр конкретного типа.

За отказ принимают несоответствие манометра требованиям 6.1.1 и 6.1.1.1 и механические повреждения.

Срок службы подтверждают результатом анализа подконтрольной эксплуатации манометра по [4].

8.8 Проверку массы проводят взвешиванием.

8.9 Проверку геометрических размеров проводят по трем координатам с помощью эталонов: линейки или штангенциркуля.

8.10 Определение дополнительной погрешности или испытание на влияние повышенной (пониженной) температуры окружающего воздуха (6.1.7.1) на показания (срабатывания) манометра проводят в последовательности, приведенной ниже.

8.11 Манометр помещают в камеру при температуре, указанной в 6.1.3, подают давление, равное (70±5)% диапазона показаний. Давление выдерживают в течение 1 ч. После выдержки в течение 10 мин без давления проверяют манометр по методике 7.4 три раза с интервалом между проверками 10 мин без давления.

8.11.1 Повышают (понижают) температуру до предельной, с отклонением ±3 °С, выдерживают манометр при этой температуре не менее 2 ч, затем в манометр подают давление, равное (70±5)% диапазона показаний, выдерживают манометр при этом давлении и предельной температуре в течение 1 ч. После выдержки в течение 10 мин без давления вновь проверяют манометр по методике 7.4 три раза с интервалом между проверками 10 мин без давления.

При испытании манометра с сигнализирующим устройством указатель устанавливают на отметку шкалы, равную (70±5) %, а для манометра с двумя указателями — на отметки шкалы (30±5) и (70±5)% диапазона показаний.

8.11.2 Понижают (повышают) температуру до значения, указанного в 6.1.3, и после выдержки манометра при этой температуре не менее 3 ч вновь определяют основную погрешность в соответствии с 8.4.

Дополнительную погрешность или изменение показаний (срабатывания) рассчитывают для каждой проверяемой отметки при повышении и понижении давления как разность между средним арифметическим значением шести результатов проверки при нормальной температуре и средним арифметическим значением трех результатов проверки при крайних значениях рабочих температур.

8.12 Определение дополнительной погрешности или испытание манометра на воздействие влажности, вибрации транспортных воздействий, на электрическую прочность и сопротивление изоляции (6.1.8.2), проводят по ГОСТ Р 52931. Испытания манометров на воздействие твердых частиц, пыли и воды проводят по ГОСТ 14254.

Время выдержки манометра при повышенной влажности — не менее 6 ч.

Манометр считают выдержавшим испытание, если он соответствует требованиям 6.1.1 и 6.1.2, у него не наблюдается коррозии и ухудшения качества покрытий.

8.13 Если при одном из испытаний погрешность манометра превышает допустимые значения, дважды повторяют испытания в точке несоответствия.

Если хотя бы один из этих результатов будет отрицательным, то проводят проверку еще двух манометров по этому параметру. Эти результаты считают окончательными.

8.14 Испытание манометра на воздействие твердых частиц, пыли и воды проводят по ГОСТ 14254.

8.15 Отчет об испытаниях

Если результаты испытаний удовлетворительные, и образец манометра удовлетворяет установленным требованиям, то испытательные лаборатории или центры, проводившие испытания в соответствии с [5]:

- определяют процедуры первичной и периодической поверок испытанного манометра;
- принимают решение о рекомендуемом интервале между поверками. При принятии решения следует учитывать такие факторы, как назначение манометра, стабильность, указанную в документации изготовителя, расчет, частоту использования манометра и условия, в которых манометр работает и хранится [6].

При положительных результатах испытаний комплект документов передается на проверку по [5] и, при положительных результатах проверки, в Управление метрологии Росстандарта, которое выпускает свидетельство об утверждении типа.

9 Калибровка

9.1 Калибровку выполняют по заявке заказчика аккредитованные в установленном порядке метрологические лаборатории. В отличие от поверки, результаты калибровки не являются официальной оценкой соответствия манометра предъявляемым требованиям.

9.2 В заявке оговаривают условия проведения калибровки манометра. Как правило, при калибровке определяют инструментальную неопределенность показаний манометра [3].

9.2.1 Условия проведения калибровки должны соответствовать требованиям заказчика. В основном калибровку проводят в нормальных условиях.

9.2.2 Эталоны для проведения калибровки аналогичны эталонам, применяемым при испытаниях манометра.

9.3 Проведение калибровки

9.3.1 Калибровку проводят методом прямого сличения показаний калибруемого манометра и эталона, подвергающихся воздействию одних и тех же значений давления и находящихся в одинаковых условиях окружающей среды. Экспериментальные данные для расчета инструментальной неопределенности показаний манометра получают аналогично определению данных для расчета основной погрешности и ее составляющих при испытаниях (8.4 и приложение Г).

9.3.2 По результатам калибровки рассчитывают инструментальную неопределенность манометра и ее составляющих (бюджета).

9.3.3 Инструментальная неопределенность типа А, $u_A(p)$

Неопределенность типа А, u_A, оценивают путем статистического анализа ряда наблюдений по формуле

$$u_A = \sqrt{\frac{\Sigma(p_i - \overline{p})^2}{n(n-1)}}, \qquad (3)$$

где p_i — i-й результат наблюдений;

$\overline{p}$ — среднее арифметическое результатов наблюдений;

n — число измерений.

u_A определяют в каждой экспериментальной точке отдельно.

9.3.4. Инструментальную неопределенность типа В, $u_B(p)$

Инструментальную неопределенность типа В, u_B, определяют по формуле

$$u_B = \sqrt{\frac{1}{3}\left(u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2\right)}, \qquad (4)$$

где u_{B1} — модуль погрешности или инструментальная неопределенность применяемого эталона.

u_{B2} — разрешающая способность индикации цифрового манометра или зона нечувствительности стрелочного манометра;

u_{B3} — модуль погрешности от гистерезиса или составляющая инструментальной неопределенности от гистерезиса калибруемого манометра.

9.3.5 Суммарная стандартная инструментальная неопределенность u_c

Суммарную стандартную инструментальную неопределенность вычисляют как стандартную неопределенность результата измерения, равную положительному квадратному корню суммы дисперсий неопределенностей типа А и В.

$$u_c = \sqrt{u_A^2(P) + u_B^2(P)}, \qquad (5)$$

где P — измеряемое значение давления.

9.3.6 Расширенная инструментальная неопределенность, *U*

Расширенная инструментальная неопределенность — это величина, определяющая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли быть приписаны измеряемой величине

$$U = k \cdot u_c(P), \quad (6)$$

где k — коэффициент охвата.

Расширенная инструментальная неопределенность характеризуется доверительным интервалом для математического ожидания при определенном значении вероятности. Для нормального распределения результатов измерения при вероятности p = 0,95 коэффициент охвата k = 2, следовательно, расширенная неопределенность равняется удвоенному значению $u_c(P)$.

9.3.7 При снижении давления до нуля после калибровки стрелка или показания дисплея должны находиться на нулевой отметке шкалы с отклонением, не превышающим допускаемого значения, установленного в НД на манометр.

9.3.8 Результаты калибровки оформляют выдачей сертификата калибровки в соответствии с ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и протоколом калибровки с реальными данными по полученным результатам. На сертификат наносят оттиск калибровочного клейма.

10 Поверка

Обязательной первичной и периодической поверке подлежат манометры, используемые в сфере Государственного регулирования. Другие манометры могут быть поверены на добровольной основе. Основными документами, регламентирующими поверку манометров, являются: приказ Минпромторга [7] и методики поверки на конкретные манометры, утвержденные в установленном порядке.

10.1 Поверку манометров могут выполнять аккредитованные метрологические службы и индивидуальные предприниматели.

10.2 После ремонта манометры подвергают первичной поверке перед дальнейшим использованием.

10.3 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:
- внешний осмотр;
- опробование (предварительный контроль);
- определение метрологических характеристик (в соответствии с 8.4).

10.4 Средства поверки

При проведении поверки манометров применяют эталоны, указанные в используемых методиках поверки или другие аттестованные в установленном порядке эталоны, имеющие метрологические характеристики не хуже упомянутых в методиках поверки.

10.5 Условия поверки должны соответствовать 6.1.3.

10.6 Проведение поверки

10.6.1 Манометр, предъявляемый на периодическую поверку, должен иметь отметку о предыдущей поверке или иметь свидетельство о предыдущей поверке. Допускается осуществлять поверку и при отсутствии информации о предыдущих поверках.

10.6.2 Диапазон измерений для многопредельного цифрового манометра должен быть приведен в методике поверки. В случае отсутствия указаний допускается устанавливать тот диапазон измерений, в котором манометр эксплуатируется.

10.6.3 Экспериментальная часть поверки манометра аналогична определению основной погрешности манометра по 8.3 при одном цикле нагружения манометра. Определяют точку диапазона измерений, в которой отклонение действительной характеристики от номинальной максимально. Отношение этого отклонения к диапазону показаний, выраженное в процентах, является приведенной погрешностью манометра. Если пределы допускаемой погрешности манометра выражены в комбинированной форме, результирующую погрешность рассчитывают по формуле, приведенной в НД. Следует также учесть условие по 6.1.1 о необходимости вводить коэффициент 0,8 для манометра, подвергающегося первичной поверке.

10.6.4 Манометр, удовлетворяющий требованиям настоящего стандарта, признают годным к применению.

10.7 Оформление результатов поверки

Оформление результатов поверки проводится в строгом соответствии с приказом Минпромторга [7].

10.7.1 На манометр, признанный годным к применению, наносят отметку о поверке (наклейку или оттиск поверочного клейма) и (или) выдают свидетельство о поверке. Поверительное клеймо может быть в виде специальной наклейки.

11 Указания по эксплуатации

11.1 При всех измерениях давление измеряемой среды не должно изменяться со скоростью более 10% от верхнего предела измерений в секунду.

11.2 При измерении давления газообразных сред должна быть обеспечена безопасность оператора. Безопасность оператора зависит от прочности узла чувствительного элемента, который должен выдерживать многократную перегрузку избыточным давлением, или установкой защиты из специального стекла или металлической сетки, перекрывающей лицевую поверхность манометра, а также наличием «клапана безопасности», расположенного на обратной стороне манометра. Значение перегрузки устанавливают в НД на манометр конкретного типа.

11.3 На циферблате манометра для измерения давления газообразного кислорода должна быть надпись «Кислород, маслоопасно». Конструкция измерительной полости манометра должна обеспечивать проведение обезжиривания в условиях эксплуатации.

Приложение А
(обязательное)

Диапазон показаний манометров

А.1 Манометр с верхними пределами показаний до 40 кПа включительно (до 4000 кгс/м^2 включительно) относят к напоромерам, тягомерам и тягонапоромерам, а манометр с более высокими пределами – к манометрам, вакуумметрам и мановакуумметрам.

А.2 Диапазон показаний манометра следует выбирать из таблицы А.1. В обоснованных случаях допускаются и другие диапазоны.

Таблица А.1

Диапазон показаний давления		
избыточного	избыточного и вакуумметрического	вакуумметрического
	В единицах: Па (кгс/м^2)	
От 0 до 160 (от 0 до 16)	От –60 до 100 (от –6 до 10)	От –160 до 0 (от –16 до 0)
» 0 » 250 (» 0 » 25)	» –80 » 80 (» –8 » 8)	» –250 » 0 (» –25 » 0)
» 0 » 400 (» 0 » 40)	» –100 » 150 (» –10 » 15)	» –400 » 0 (» –40 » 0)
» 0 » 600 (» 0 » 60)	» –125 » 125 (» –12,5 » 12,5)	» –600 » 0 (» –60 » 0)
	» –150 » 250 (» –15 » 25)	
	» –200 » 200 (» –20 » 20)	
	» –300 » 300 (» –30 » 30)	
	В единицах: кПа (кгс/м^2)	
От 0 до 1 (от 0 до 100)	От –0,4 до 0,6 (от –40 до 60)	От –1 до 0 (от –100 до 0)
» 0 » 1,6 (» 0 » 160)	» –0,5 » 0,5 (» –50 » 50)	» –1,6 » 0 (» –160 » 0)
» 0 » 2,5 (» 0 » 250)	» –0,6 » 0,4 (» –60 » 40)	» –2,5 » 0 (» –250 » 0)
» 0 » 4 (» 0 » 400)	» –0,6 » 1 (» –60 » 100)	» –4 » 0 (» –400 » 0)
» 0 » 6 (» 0 » 600)	» –1 » 0,6 (» –100 » 60)	» –6 » 0 (» –600 » 0)
	» –1 » 1 (» –100 » 100)	
От 0 до 10 (от 0 до 1000)	От–1 до 1,5 (от –100 до 150)	От –10 до 0 (от –1000 до 0)
» 0 » 16 (» 0 » 1600)	» –1,25 » 1,25 (» –125 » 125)	» –16 » 0 (» –1600 » 0)
» 0 » 25 (» 0 » 2500)	» –1,5 » 1 (» –150 » 100)	» –25 » 0 (» –2500 » 0)
» 0 » 40 (» 0 » 4000)	» –1,5 » 2,5 (» –150 » 250)	» –40 » 0 (» –4000 » 0)
	» –2 » 2 (» –200 » 200)	
	» –2 » 4 (» –200 » 400)	
	» –2,5 » 1,5 (» –250 » 150)	
	» –3 » 3 (» –300 » 300)	
	» –4 » 2 (» –400 » 200)	
	» –4 » 6 (» –400 » 600)	
	» –5 » 5 (» –500 » 500)	
	» –6 » 4 (» –600 » 400)	
	» –6 » 10 (» –600 » 1000)	
	» –8 » 8 (» –800 » 800)	
	» –10 » 6 (» –1000 » 600)	
	» –10 » 15 (» –1000 » 1500)	
	» –12,5 » 12,5 (» –1250 » 1250)	
	» –15 » 10 (» –1500 » 1000)	
	» –20 » 20 (» –2000 » 2000)	
	В единицах: кПа (кгс/см^2)	
От 0 до 60 (от 0 до 0,6)	От –20 до 40 (от –0,2 до 0,4)	От –60 до 0 (от –0,6 до 0)
» 0 » 100 (» 0 » 1)	» –25 » 15 (» –0,25 » 0,15)	» –100 » 0 (» –1 » 0)
» 20 » 100 (» 0,2 » 1)	» –40 » 60 (» –0,4 » 0,6)	

Окончание таблицы А.1

Диапазон показаний давления		
избыточного	избыточного и вакуумметрического	вакуумметрического
» 0 » 160 (» 0 » 1,6)	» –100 » 60 (» –1 » 0,6)	
» 0 » 200 (» 0 » 2)	» –100 » 150 (» –1 » 1,5)	
» 0 » 250 (» 0 » 2,5)	» –100 » 300 (» –1 » 3)	
» 0 » 400 (» 0 » 4)	» –100 » 500 (» –1 » 5)	
» 0 » 600 (» 0 » 6)		
В единицах: МПа (кгс/см^2)		
От 0 до 1 (от 0 до 10)	От –0,1 до 0,9 (от –1 до 9)	
» 0 » 1,6 (» 0 » 16)	» –0,1 » 1,5 (» –1 » 15)	
» 0 » 2,5 (» 0 » 25)	» –0,1 » 2,4 (» –1 » 24)	
» 0 » 4 (» 0 » 40)	» –0,1 » 4 (» –1 » 40)	
» 0 » 6 (» 0 » 60)	» –0,1 » 6 (» –1 » 60)	
» 0 » 10 (»0 » 100)		
» 0 » 16 (» 0 » 160)		
» 0 » 25 (» 0 » 250)		
» 0 » 40 (» 0 » 400)		
» 0 » 60 (» 0 » 600)		
» 0 » 100 (» 0 » 1000)		
» 0 » 160 (» 0 » 1600)		
» 0 » 250 (» 0 » 2500)		
» 0 » 400 (» 0 » 4000)		
» 0 » 600 (» 0 » 6000)		
» 0 » 1000 (» 0 » 10000)		

Примечание — Допускается изготавливать манометры с верхними пределами измерений: 40; 60; 100; 160; 250; 400; 600 м вод. ст. и 1,2 МПа (12 кгс/см^2), а также манометры, измеряющие давление в других единицах измерений, допущенных к применению в России.

Приложение Б
(справочное)

Пример определения класса точности манометров, для которых нормируется комбинированная погрешность

Б.1 Манометр имеет пределы допустимой комбинированной основной погрешности:
$\Delta_{комб}$ = ± (0,5% $P_{тек}$ + 0,1 ВПИ +0,4 кПа).
Пределы измерений равны диапазону показаний манометра:
от 0 до 400 кПа.
Экспериментально определена максимальная погрешность манометра:
$\Delta_{макс}$ в точке 60% диапазона измерений.
Б.2 Требуется определить, к какому классу точности отнести данный манометр со следующими значениями:
60% от 400 кПа = 240 кПа;
0,5% $P_{тек}$ (240 кПа) = 1,2 кПа;
0,1% ВПИ (400 кПа) = 0,4 кПа;
$\Delta_{комб}$ = ± 2 кПа;
± 2 кПа : 400 кПа · 100% =± 0,5%.
Ближайший класс точности: 0,6 или 1—0, 6—1.

Приложение В
(обязательное)

Перечень эталонов для проведения испытаний, поверки и калибровки манометров

В.1 При испытаниях манометра применяют эталоны по ГОСТ 8.802, приведенные в таблице В.1.

Таблица В.1

Наименование	Основные метрологические и технические характеристики
Микроманометр МКМ-4	Класс точности 0,01. Диапазон измерений 0,1—4,0 кПа
Микроманометр МКВ-250	Пределы измерений 0—2,5 кПа. Абсолютная погрешность ±0,5 Па
Манометр грузопоршневой МП-2,5 по ГОСТ 8291	Пределы допустимой основной погрешности ±0,005%; ±0,01%; ±0,02%; ±0,05% от измеряемого давления в диапазоне измерений от 25 кПа до 0,25 МПа
Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5 по ГОСТ 8291	Пределы измерения: (0—0,25) МПа; (–0,1—0) МПа, пределы допустимой основной погрешности: ±5 Па; при давлении 0,01 МПа; ±0,02 % ; ±0,05% от измеряемого значения при давлении свыше 0,01 МПа
Манометр грузопоршневой МП-6 по ГОСТ 8291	Пределы допустимой основной погрешности ±0,005%; ±0,01%; ±0,02%; ±0,05% от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0,06 до 0,6 МПа
Манометр грузопоршневой МП-	Пределы допустимой основной погрешности ±0,005%; ±0,01%; ±0,02%; ±0,05% от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0,6 до 6 МПа
Манометр грузопоршневой МП-600	Пределы допустимой основной погрешности ±0,01%; ±0,02%; ±0,05% от измеряемого давления в диапазоне измерений от 6 до 60 МПа
Манометр грузопоршневой МП-2500	Пределы допустимой основной погрешности ±0,05% от измеряемого давления в диапазоне измерений от 25 до 250 МПа
Преобразователи давления измерительные электрические ИПД	Пределы допустимой основной погрешности ±0,1%; ±0,15%; ±0,25% для пределов измерений 0—1 и 0—1,6 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности ±0,06%; ±0,1%; ±0,15% для пределов измерений от 0—2,5 кПа до 0—16 МПа
Комплекс для измерения давления цифровой ИПДЦ	Пределы допустимой основной погрешности ±0,05%; ±0,06 %. Пределы измерений от 1 кПа до 16 МПа
Автоматизированный задатчик избыточного давления «Воздух-250»	Верхние пределы измерений разности давлений 10 ... 250 Па; пределы допустимой основной погрешности ±(0,2—0,4) Па. Верхние пределы измерения избыточного давления 400—2500 Па; пределы допустимой основной погрешности ±(0,1—0,2) % от номинального значения выходного сигнала
Автоматизированный задатчик избыточного давления «Воздух-1,6»	Верхние пределы измерений от 1 до 160 кПа; пределы допустимой основной погрешности ±0,02%; ±0,05% от действительного значения измеряемого параметра
Автоматизированный задатчик избыточного давления «Воздух-2,5»	Верхние пределы измерений 25—250 кПа; пределы допустимой основной погрешности ±0,02%; ±0,05% от действительного значения измеряемого параметра
Автоматизированный задатчик избыточного давления «Воздух-6,3»	Верхние пределы измерений 63—630 кПа; пределы допустимой основной погрешности ±0,02%; ±0,05% от действительного значения измеряемого параметра

Могут быть использованы другие эталоны, аттестованные в установленном порядке и имеющие соответствующие метрологические характеристики, прослеживаемые к национальным первичным эталонам.

Приложение Г
(справочное)

Расчет основной погрешности, инструментальной неопределенности и их составляющих

Г.1 Разбивают диапазон измерений (показаний) манометра X на m интервалов. Значения, полученные по формулам (Г.1) — (Г.12), вносят в таблицу произвольной формы.

Г.2 Определяют расчетные значения показаний манометра X_{pi} по формуле

$$X_{pi} = X_{p0} + \frac{i}{m}\left(X_{pm} - X_{p0}\right), \quad (Г.1)$$

где $i = 0,1 \ldots m$

X_{p0}, X_{pm} — нижний и верхний пределы измерений входного давления соответственно.

Г.3 Определяют расчетные значения показаний манометра Y_{pi} по формуле

$$Y_{pi} = Y_{p0} + \frac{i}{m}\left(Y_{pm} - Y_{p0}\right), \quad (Г.2)$$

где Y_{p0}, Y_{pm}, — расчетные значения (показаний) манометра, соответствующие нижнему X_{p0} и верхнему X_{pm} пределам измерений входного давления.

Г.4 Измеряют для каждого значения входного давления X_{pi} в каждом из j циклов проверки значения показаний манометра:

$Y_{ij}\uparrow$ — при измерении входного давления от X_{p0} до X_{pm};

$Y_{ij}\downarrow$ — при измерении входного давления от X_{pm} до X_{p0}.

Г.5 Определяют для каждого значения входного давления X_{pi} в каждом из j циклов проверки отклонения Δ_{ij} измеренных значений показаний манометра Y_{ij} от расчетных значений Y_{pi} этого давления по формулам:

$$\Delta_{ij}\uparrow = Y_{ij}\uparrow - Y_{pi}; \quad (Г.3)$$

$$\Delta_{ij}\downarrow = Y_{ij}\downarrow - Y_{pi}. \quad (Г.4)$$

Г.6 Определяют для каждого значения входного давления X_{pi} максимальное отклонение Δ_{mi} выходных сигналов Y_{ij} от расчетного значения Y_{pi} по формуле

$$\Delta_{mi} = \left(Y_{ij} - Y_{pi}\right)_{\max}. \quad (Г.5)$$

Г.7 Вычисляют для каждого значения входного давления X_{pi} средние значения отклонения $\Delta_c\uparrow$ и $\Delta_c\downarrow$ при изменении входного давления от от X_{p0} до X_{pm} и от X_{pm} до X_{p0} по формулам:

$$\Delta_{ci}\uparrow = \frac{1}{j}\sum_{1}^{j}\Delta_{ij}\uparrow; \quad (Г.6)$$

$$\Delta_{ci}\downarrow = \frac{1}{j}\sum_{1}^{j}\Delta_{ij}\downarrow. \quad (Г.7)$$

Г.8 Вычисляют для каждого значения входного давления X_{pi} повторяемость $\Delta_{ni}\uparrow\downarrow$ показаний манометра $Y_i\uparrow\downarrow$ при изменении входного давления от X_{p0} до X_{pm} и от X_{pm} до X_{p0} по формулам:

$$\Delta_{ni}\uparrow = \sqrt{\frac{1}{j-1}\left(\Sigma\Delta_{ij}^2\uparrow - j\Delta_{ci}^2\uparrow\right)}; \quad (Г.8)$$

$$\Delta_{ni}\downarrow = \sqrt{\frac{1}{j-1}\left(\Sigma\Delta_{ij}^2\downarrow - j\Delta_{ci}^2\downarrow\right)}. \quad (Г.9)$$

Г.9 Вычисляют для каждого значения входного давления X_{pi} среднее отклонение Δ_{ci} показаний манометра Y_i от расчетного значения Y_{pi} этого давления по формуле

$$\Delta_{ci} = \frac{1}{2}\left(\Delta_{ci}\uparrow + \Delta_{ci}\downarrow\right). \quad (Г.10)$$

Г.10 Строят, при необходимости, график функции $\Delta_{ci} = f(X_i)$, который иногда называют «кривая погрешностей».

Г.11 Вычисляют для каждого значения входного давления X_{pi} среднее значение гистерезиса (вариации) Δ_{ei} показаний манометра Y_i по формуле

$$\Delta_{ei} = \left| \Delta_{ci} \uparrow - \Delta_{ci} \downarrow \right| . \qquad (Г.11)$$

Значения Δ_{ei} вносят в таблицу.

Г.12 Вычисляют для каждого значения входного давления X_{pi} повторяемость Δ_{ni} показаний манометра Y_i по формуле

$$\Delta_{ni} = \sqrt{\left(\Delta_{ni}^2 \uparrow + \Delta_{ni}^2 \downarrow \right) / 2} . \qquad (Г.12)$$

Полученные данные используют для определения составляющих погрешности и бюджета инструментальной неопределенности.

Библиография

[1] Постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации» от 31 октября 2009 г. № 879

[2] РМГ 29—2013 Государственная система обеспечения единства. Метрология. Основные термины и определения

[3] РМГ 43—2001 Государственная система обеспечения единства. Применение Руководства по неопределенности измерений

[4] РД 50-690—89 Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным

[5] МИ 3290—2010 Государственная система обеспечения единства. Рекомендации по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа

[6] РМГ 74—2004 Государственная система обеспечения единства. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений

[7] «Порядок проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (утвержден приказом Минпромторга РФ от 02 июля 2015 г. № 1815, зарегистрирован Минюстом РФ 04 сентября 2015 г. № 38822)

УДК 531.787.089.6:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: манометр, рабочее средство измерений, технические требования, метрологические требования, испытания, калибровка, поверка

Редактор *Л.Б. Чернышева*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.С. Самарина*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 55 экз. Зак. 299.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru