

Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственное
объединение «Сектор» (ООО НПО «Сектор»)

26.51.52.130

СОГЛАСОВАНО

Директор

ООО НПО «Сектор»



С.А. Терехин

« 14 » 05 2019 г.



УТВЕРЖДАЮ

И. о. директора

ФБУ «Челябинский ЦСМ»



О. В. Панченко

« 14 » 05 2019 г.



МАНОМЕТРЫ ГРУЗОПОРШНЕВЫЕ
МП-60; МП-100; МП-160; МП-250; МП-400; МП-600
Методика поверки
С-2070.000.00 МП

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

СОДЕРЖАНИЕ

1	Технические требования	4
1.1	Основные параметры и характеристики.....	4
1.2	Комплектность	12
1.3	Маркировка.....	13
1.4	Упаковка.....	14
2	Требования безопасности	14
3	Правила приемки	15
3.1	Виды испытаний.....	15
3.2	Объем и последовательность приемо-сдаточных и периодических испытаний.....	15
3.3	Испытания в целях утверждения типа.....	16
3.4	Приемо-сдаточные испытания.....	16
3.5	Периодические испытания.....	17
3.6	Типовые испытания	17
4	Методы контроля.....	18
5	Транспортирование и хранение.....	21
6	Указания по эксплуатации	22
7	Гарантии изготовителя	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	23
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	24
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	25

Инв.№ подл.	Инв.№ инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	4	Методы контроля.....	18
				5	Транспортирование и хранение.....	21
Взам. инв.№	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	6	Указания по эксплуатации	22
				7	Гарантии изготовителя	22
Инв.№ подл.	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата		ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	23
					ПРИЛОЖЕНИЕ Б	26
					ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	24
					ПРИЛОЖЕНИЕ Г	25

					ТУ 26.51.52-002-21511288-2018		
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МАНОМЕТРЫ ГРУЗОПОРШНЕВЫЕ МП-25; МП-40; МП-60; МП-100; МП-160; МП-250; МП-400; МП-600; МП-1000. Технические условия		
Разраб.	Корнева		<i>[Подпись]</i>	22.10.18			
Проверил	Терехин А.А.		<i>[Подпись]</i>	22.10.18			
М.контр..							
Н. контр.							
Утвердил	-----						

Лит.	Лист	Листов
А	2	29

ООО НПО «Сектор»

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
2 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	5
3 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	7
4 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А	18

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	С-2070.000.00 МП				
					Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Корнева		22.10.18	МАНОМЕТРЫ ГРУЗОПОРШНЕВЫЕ МП-60;МП-100; МП-160; МП-250; МП-400; МП-600 Методика поверки	Лит.	Лист	Листов		
Проверил	Терехин А.А.		20.10.18			2	21		
М.контр..					ООО НПО «Сектор»				
Н. контр.									
Утвердил									

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на манометры грузопоршневые МП-60; МП-100; МП-160; МП-250; МП-400; МП-600 (в дальнейшем манометры) предназначенные для создания и измерений избыточного давления жидкости при поверке и калибровке средств измерений давления.

Принцип действия манометров основан на уравнивании силы, действующей в рабочей среде на нижний торец неуплотненного поршня, суммарным весом поршня, грузоприемного устройства и установленных на нем грузов.

Манометры применяются при проведении поверки, калибровки и ремонта различных средств измерений и регулирования давления, датчиков давления, сигнализаторов давления, реле давления, регистрирующих приборов и являются эталонными средствами измерений давления.

Настоящая методика разработана с учетом Приказа Росстандарта №1339 от 29.07.2018 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», МИ 2429-97 «ГСИ. Манометры грузопоршневые. Метрологические и технические характеристики. Виды метрологического контроля (МР МОЗМ №110)», ГОСТ 8.479-82 (СТ СЭВ 718-77) «ГСИ. Манометры избыточного давления грузопоршневые. Методы и средства поверки».

Интервал между поверками — 2 года для класса точности 0,01 и 0,02.

Интервал между поверками — 3 года для класса точности 0,05.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки указанные в таблице 1.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП			Лист	
								3	

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Средства поверки, метрологические и технические характеристики
Внешний осмотр	3.1	Визуально
Опробование	3.2	Система создания давления
Определение метрологических характеристик	3.3	
Определение отклонения от перпендикулярности опорной плоскости грузоприемного устройства к оси поршня	3.3.1	Накладной уровень с ампулой типа АЦП с ценой деления 0,15 мм/м по ГОСТ 9392-89 или индикатор типа ИЧ по ГОСТ 577-68
Определение продолжительности свободного вращения поршня	3.3.2	Секундомер по ТУ 25-1894.003-90
Определение скорости опускания поршня	3.3.3	Секундомер по ТУ 25-1894.003-90 или индикатор типа ИЧ по ГОСТ 577-68
Определение эффективной площади	3.3.4	Рабочие эталоны единицы давления в соответствии с Приказом Росстандарта №1339 от 29.07.18.; Гири F1 и F2 по ГОСТ OIML R111-1-2009
Определение порога реагирования	3.3.5	Средства поверки по п. 3.3.4
Проверка соответствия действительных значений массы грузов расчетным или номинальным значениям	3.3.6	Весы I класса точности по ГОСТ Р 53228-2008 «Весы неавтоматического действия»; Гири F1 и F2 по ГОСТ OIML R111-1-2009
Вспомогательное средство		Термогигрометр ИВТМ-7 М 5 Д, Госреестр № 15500-12

Примечания:

1. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации). Испытательное оборудование должно быть аттестовано и иметь аттестат.

2. Допускается применять другие эталонные средства поверки, соответствующие по точности, пределам измерений и требованиям настоящей методики.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

С-2070.000.00 МП

Лист

4

2 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура окружающей среды: от 18 °С до 22 °С;
- относительная влажность воздуха, не более 80 %;
- атмосферное давление, от 84 до 106,7 кПа;
- рабочая жидкость для манометров – жидкость гидравлическая Shell Tellus S2M22 или трансформаторное масло;
- тряска, вибрация и удары не допускаются.

2.2 Окружающий воздух не должен содержать примесей, агрессивных по отношению к материалам, из которых изготовлены рабочие эталоны и поверяемые манометры.

2.3 Поршень манометра должен быть установлен в рабочее положение.

2.4 Манометры на поверку следует представлять в чистом виде, очищенные от консервирующей смазки (кроме поршневой пары).

2.5 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

2.5.1 Устройство для создания давления должно быть установлено на горизонтальное основание, исключаящее тряску, вибрацию и появление наклонов опорной поверхности.

2.5.2 Поверяемые манометры устанавливаются на устройство для создания давления, при этом угол отклонения оси поршневой системы от вертикали не должен превышать (5').

2.5.3 Устройство для создания давления, эталонный и поверяемый манометры должны быть заполнены рабочей жидкостью, применяемой для заполнения эталонного манометра при определении эффективной площади поршня (п. 3.3.4).

При определении продолжительности свободного вращения (п. 3.3.2) и скорости опускания (п. 3.3.3) поршня устройство для создания давления и поверяемый манометр должны быть заполнены рабочей жидкостью, применяемой для заполнения

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП				Лист
									5

поверяемого манометра. Плотность и динамическая вязкость рабочей жидкости должны быть определены в диапазоне рабочих температур с погрешностью не более 5 %.

2.5.4 Устройство для создания давления, эталонный и поверяемый манометры должны быть заполнены рабочей жидкостью, применяемой для заполнения эталонного манометра при определении эффективной площади поршня (п 3.3.4). При определении продолжительности свободного вращения (п 3.3.2) и скорости опускания (п 3.3.3) поршня устройство для создания давления и поверяемый манометр должны быть заполнены рабочей жидкостью, применяемой для заполнения поверяемого манометра.

2.6 Устройство для создания давления должно обеспечивать возможность плавного повышения и понижения давления в пределах всего рабочего хода поршня.

2.7 Перед определением массы поршня с грузоприемным устройством поверяемый манометр должен быть разобран, поршень и цилиндр должны быть промыты чистым бензином (Б 70 по ТУ 38.101913-82, Галоша по ТУ 38.401-67-108-92, Нефраз по ГОСТ 8505-80).

После промывания поршень и цилиндр протирают чистой тканью по ГОСТ 29298-2005 и папиросной бумагой по ГОСТ 3479-85 или безворсовыми салфетками, остальные детали вытирают ветошью.

2.8 Поверяемый грузопоршневой манометр перед поверкой, до промывания поршневой пары и взвешивания поршня с грузоприемным устройством, должен быть выдержан в условиях поверки не менее 8 часов.

2.9 Соотношение пределов допускаемых основных погрешностей эталонных и поверяемых манометров должно соответствовать установленному в приказе Росстандарта №1339 от 29.07.2018 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» — для манометров избыточного давления.

Примечание. Допускается предоставлять на поверку манометры без грузов в тех случаях, когда предприятие имеет право поверять гири и может осуществлять поверку грузов в соответствии с требованиями текущей методики поверки.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	С-2070.000.00 МП	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие манометров следующим требованиям:

- наличие руководства по эксплуатации, свидетельства о предыдущей поверке с указанием значения ускорения свободного падения и единиц измерения, под которые подогнаны масса подвижной части и грузов, температурного коэффициента линейного расширения материалов поршня и цилиндра, коэффициента деформации поршневой системы от давления;
- маркировка и комплектность должны соответствовать эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, следов коррозии на деталях манометров и грузах, представляемых на поверку;
- детали прибора и резьбовые соединения не должны иметь срезанных витков и повреждений, препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения;
- отсутствие повреждений антикоррозийного покрытия;
- наличие полного набора грузов.

3.2 Опробование

3.2.1 При опробовании проверяют эксплуатационные свойства манометра:

- соединения поршня с грузоприемным устройством должно исключать взаимное относительное перемещение;
- поршень, смазанный рабочей жидкостью, должен свободно, без затираний, вращаться в цилиндре и перемещаться вдоль оси цилиндра;
- грузы должны легко, без заедания, накладываться один на другой на грузоприемное устройство и сниматься без относительного взаимного радиального перемещения.

3.2.2 Проверку герметичности устройства воспроизведения давления проводить созданием давления 110% от ВПИ при снятой измерительной поршневой системе/

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП	Лист
											7

Устройство воспроизведения давления выдерживают в течении 10 минут. Падение давления в последующие 5 минут не должно превышать 1,5 % при допустимом изменении температуры окружающего воздуха не более $\pm 0,2$ °С.

3.2.3 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (при наличии) проводят сравнением номера версии программного обеспечения «Калькулятор МП» в вкладке «О программе» с номером версии, указанным в технической документации.

Результаты подтверждения соответствия идентификационных данных ПО считают положительными, если номер версии программного обеспечения соответствует значению, приведенному в технической документации.

3.3 Определение метрологических характеристик

3.3.1 Отклонение от перпендикулярности опорной плоскости грузоприемного устройства к оси поршня определяют при вертикальном положении поршня следующим способом.

На опорную плоскость устанавливают уровень в двух взаимно перпендикулярных положениях, не приводя поршень во вращение. Разность показаний уровня или квадранта не должна превышать 5'.

3.3.2 Продолжительность свободного вращения поршня определяют при помощи секундомера при установке поршня поверяемого манометра в среднее рабочее положение с допускаемым отклонением ± 1 мм.

Поршень манометра нагружают грузами, создавая давление, равное 20 % верхнего предела измерений, и приводят во вращение по ходу часовой стрелки.

За продолжительность свободного вращения поршня принимают интервал времени от момента, соответствующего начальной частоте его вращения, равной (120 ± 10) об/мин, до полной остановки поршня. Начальную частоту вращения поршня определяют подсчетом числа оборотов за 10 с.

Продолжительность свободного вращения поршня, приведенная к нормальной температуре 20 °С, должна быть не менее значений, указанных в таблице 2.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	
	Взам. инв.№	
	Инв.№ дубл.	
	Подп. и дата	
	Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП	Лист
						8

Продолжительность свободного вращения поршня в случае отклонения температуры при измерениях от нормальной, необходимо пересчитать по формуле 1.

Таблица 2

ВПИ, МПа	Минимальная продолжительность вращения поршня, мин, для манометра класса точности		
	0,01	0,02	0,05
от 6...16 (включительно)	6	5	4
от 16...50 (включительно)	7	6	5
от 50...60 (включительно)	10	10	8

$$\tau_r = \tau \cdot \frac{\eta}{\eta_r}, \quad (1)$$

где τ_r — продолжительность свободного вращения поршня, приведенная к нормальной температуре, с;

τ — продолжительность свободного вращения поршня при температуре измерения, с;

η — значение динамической вязкости рабочей жидкости при температуре измерения, Па·с;

η_r — значение динамической вязкости рабочей жидкости при нормальной температуре, Па·с.

3.3.3 Скорость опускания поршня определяют при нагрузке, соответствующей верхнему пределу измерений поверяемого манометра. При этом запорный вентиль должен быть перекрыт, поверяемый манометр выдержать под нагрузкой не менее 15 мин, а частота вращения поршня с грузами должна быть не менее 30 об/мин.

Для определения скорости опускания поршня измеряют расстояние, на которое он переместился за некоторый промежуток времени. Интервал времени опускания поршня отсчитывают по секундомеру.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

С-2070.000.00 МП

Лист

9

Скорость опускания поршня, приведенная к температуре 20 °С, должна быть не более значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

ВПИ, МПа	Максимальная скорость опускания поршня, мм/мин, для манометра класса точности		
	0,01	0,02	0,05
от 6...16 (включительно)	0,2	0,2	0,4
от 16...50 (включительно)	0,3	0,4	0,5
от 50...60 (включительно)	0,3	0,3	0,5

Скорость опускания поршня в случае отклонения температуры при измерениях от нормальной, необходимо пересчитать по формуле 2.

$$V_r = V \cdot \frac{\eta}{\eta_r}, \quad (2)$$

где V_r — скорость опускания поршня, приведенная к нормальной температуре, мм/мин;

V — скорость опускания поршня при температуре измерения, мм/мин.

3.3.4 Эффективную площадь поршня определяют методом сличения поверяемого манометра с эталонным манометром (рабочим эталоном). При этом проводят гидростатическое уравнивание поршней одним из способов, приведенных ниже.

Прямое (без предварительного уравнивания) уравнивание масс поршней с грузоприемным устройством и помещенных на них грузов. Поршни поверяемого и эталонного манометров необходимо установить так, чтобы в момент их равновесия нижние торцы поршней располагались в одной горизонтальной плоскости. В противном случае необходимо определить расстояние по вертикали между нижними торцами поршней и внести поправку на значение массы столба жидкости.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	С-2070.000.00 МП	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Взаимное положение поршней должно быть определено с погрешностью не более 1 мм.

Уравновешивание масс грузов, помещенных на поршни поверяемого и эталонного манометров, при условии предварительного уравновешивания поршней.

Примечание. При условии предварительного уравновешивания нет необходимости торцы поршней располагать в одной горизонтальной плоскости.

3.3.4.1 При определении эффективной площади поршня должны быть выполнены следующие требования.

3.3.4.1.1 Поршни рабочего эталона и поверяемого манометра должны быть установлены в рабочее положение.

3.3.4.1.2 Взаимное положение поршней следует контролировать во время их равновесия с погрешностью, не превышающей чувствительности отсчетного устройства эталонного манометра.

3.3.4.1.3 Измерения следует проводить при давлениях, возрастающих до верхнего предела измерений эталонного манометра (рабочего эталона). Число точек давления должно быть: не менее 10 для класса точности 0,01 и 0,02; не менее 5 для класса точности 0,05.

3.3.4.1.4 Погрешность определения действительных значений масс поршня с грузоприемным устройством и грузов поверяемого манометра при определении эффективной площади поршня не должны превышать $0,05 \cdot \delta_{\text{пов}}$ (где $\delta_{\text{пов}}$ - предел допускаемой погрешности поверяемого манометра, %), а для грузов массой менее 50 г погрешность не должна превышать $0,1 \cdot \delta_{\text{пов}}$.

Примечания:

1. При отклонении действительных значений масс грузов от номинальных значений, не превышающем значения допускаемой погрешности определения массы т.е. $0,2 \cdot \delta_{\text{пов}}$, в протокол поверки записывают их номинальную массу. В противном случае учитывают действительное значение массы грузов.

2. При определении метрологических характеристик по п.п. 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 не допускается:

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	С-2070.000.00 МП	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– снимать грузы с манометров, верхние пределы измерений которых превышают 0,6 МПа, когда поршень находится в крайнем верхнем положении;

– открывать вентиль устройства для создания давления, предназначенный для отключения поверяемого манометра, если давление в прессовой части превышает сумму значений давлений грузов, находящихся на грузоприемном устройстве.

3.3.4.1.5 Для уравнивания поршней на грузоприемные устройства поверяемого манометра и рабочего эталона помещают грузы соответствующей массы, необходимой для создания требуемого значения давления. При помощи устройства для создания давления поршни устанавливают в рабочее положение, контролируемое в соответствии с п. 3.3.4.1.2, а затем приводят их во вращение с частотой не менее 30 об/мин. Если при этом равновесие поршней отсутствует, то поднимающийся поршень дополнительно нагружают гирями до достижения равновесия.

Равновесие считают достигнутым, если не наблюдается изменения положения поршней относительно друг друга, т.е. скорость их опускания одинакова.

3.3.4.2 При определении эффективной площади поршня без предварительного уравнивания отношение масс A при каждом отдельном уравнивании поршней с учетом массы столба жидкости под поршнем рабочего эталона определяют по формулам (3) и (4):

$$A_i = \frac{(m_{\text{пов}} + m_{\text{пов } ri}) \cdot q_i}{m_{\text{э}} - \rho_{\text{ж}} \cdot F_{\text{э ном}} \cdot h + m_{\text{э } ri}}, \quad (3)$$

и с учетом массы столба жидкости под поршнем поверяемого манометра

$$A_i = \frac{(m_{\text{пов}} + \rho_{\text{ж}} \cdot F_{\text{пов ном}} \cdot h + m_{\text{пов } ri}) \cdot q_i}{m_{\text{э}} + m_{\text{э } ri}}, \quad (4)$$

где $m_{\text{э}}$ и $m_{\text{пов}}$ — действительная масса поршня с грузоприемным устройством эталонного и поверяемого манометров соответственно, кг;

$m_{\text{э } ri}$ и $m_{\text{пов } ri}$ — действительная масса грузов и гирь при i -м уравнивании, нагружаемых на эталонный и поверяемый манометры соответственно, кг;

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП					12

$F_{\text{э ном}}$ и $F_{\text{пов ном}}$ — номинальное значение приведенной площади поршня эталонного и поверяемого манометров соответственно, м^2 ;

h — расстояние между нижними торцами поршней эталонного манометра и поверяемого манометра, м ; $h > 0$, если нижний торец поршня эталонного манометра ниже торца поршня поверяемого манометра;

$\rho_{\text{ж}}$ — плотность рабочей жидкости, кг/м^3 ;

q_i — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры и деформации на показания манометров, определяемый по формуле (5).

$$q_i = 1 + (\alpha_{1\text{э}} + \alpha_{2\text{э}}) \cdot (t_{\text{э}i} - 20^\circ\text{C}) - (\alpha_{1\text{пов}} + \alpha_{2\text{пов}}) \cdot (t_{\text{пов}i} - 20^\circ\text{C}) + (\beta_{\text{э}} - \beta_{\text{пов}}) \cdot p_i, \quad (5)$$

где $\alpha_{1\text{э}}$ и $\alpha_{2\text{э}}$ — температурные коэффициенты линейного расширения материалов цилиндра и поршня эталонного манометра, $^\circ\text{C}^{-1}$;

$\alpha_{1\text{пов}}$ и $\alpha_{2\text{пов}}$ — температурные коэффициенты линейного расширения материалов цилиндра и поршня поверяемого манометра, $^\circ\text{C}^{-1}$;

$t_{\text{пов}i}$ и $t_{\text{э}i}$ — температура поверяемого и эталонного манометров соответственно при i -м уравнивании, $^\circ\text{C}^{-1}$;

p_i — номинальное давление при i -м уравнивании, Па ;

$\beta_{\text{э}}$ и $\beta_{\text{пов}}$ — коэффициенты деформации поршня и цилиндра от давления эталонного и поверяемого манометров соответственно, Па^{-1} .

Коэффициент деформации β вычисляется по формуле (6):

$$\beta = \frac{1}{2 \cdot E_2} \cdot \left[\frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 + 1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} + \mu_2 \right] - \frac{1}{2 \cdot E_1} \cdot (1 - 3 \cdot \mu_1), \quad (6)$$

где E_1 и E_2 — модули упругости материалов поршня и цилиндра (модуль Юнга), Па ;

μ_1 и μ_2 — коэффициенты поперечного сжатия материала поршня и цилиндра (коэффициент Пуассона);

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	C-2070.000.00 МП	Лист
						13

R — внешний радиус цилиндра, мм;

r — внутренний радиус цилиндра, мм.

Для манометров с поршнями и цилиндрами, изготовленных из одного материала, эта формула принимает вид (7):

$$\beta = \frac{1}{E} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} + 2\mu \right]. \quad (7)$$

Поправочным коэффициентом q_i пренебрегают, если его значение не превышает 10% предела допускаемой погрешности поверяемого манометра.

По результатам значений A_i определяют среднее отношение масс с учетом массы столба жидкости под поршнем эталонного манометра по формуле (8):

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n [(m_{\text{пов}} + m_{\text{пов } ri}) \cdot q_i]}{\sum_{i=1}^n (m_{\text{э}} - \rho_{\text{ж}} \cdot F_{\text{э ном}} \cdot h + m_{\text{э } ri})}, \quad (8)$$

а с учетом массы столба жидкости под поршнем поверяемого манометра по формуле (9):

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n [(m_{\text{пов}} + \rho_{\text{ж}} \cdot F_{\text{пов ном}} \cdot h + m_{\text{пов } ri}) \cdot q_i]}{\sum_{i=1}^n (m_{\text{э}} + m_{\text{э } ri})}, \quad (9)$$

где n — число поверяемых точек.

3.3.4.3 При определении эффективной площади поршня по способу с предварительным уравниванием перед началом измерений проводят предварительное уравнивание поршней эталонного и поверяемого манометров путем накладывания тарировочных грузов, которые затем не снимают с грузоприемных устройств. Суммарные массы поршней с грузоприемными устройствами и грузов, помещенных при предварительном уравнивании, при определении эффективной площади не измеряют и не учитывают.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	C-2070.000.00 МП	Лист
						14

Дальнейший порядок измерений такой же, как и при способе без предварительного уравнивания.

Отношение масс A_i при каждом отдельном уравнивании поршней по этому способу определяют по формуле (10):

$$A_i = \frac{m_{\text{пов } ri} \cdot q_i}{m_{\text{э } ri}}, \quad (10)$$

а среднее отношение масс $\bar{A}$ - по формуле (11):

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_{\text{пов } ri} \cdot q_i)}{\sum_{i=1}^n m_{\text{э } ri}}, \quad (11)$$

3.3.4.4 Эффективную площадь поверяемого манометра $F_{\text{пов}}$ определяют по формуле (12):

$$F_{\text{пов}} = F_{\text{э}} \cdot \bar{A}, \quad (12)$$

где $F_{\text{э}}$ — значение эффективной площади поршня эталонного манометра, см^2 .

Предельные отклонения значений эффективной площади поршня поверяемого манометра от номинального значения должны соответствовать приведенным в таблице 4.

Таблица 4.

Номинальное значение эффективной площади поршня, см^2	Предельное отклонение от номинального значения, %
0,05	$\pm 1,0$
0,1	$\pm 1,0$
0,5	$\pm 0,8$

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП					Лист
										15

3.3.4.5 Для оценки точности полученных значений эффективной площади поршня для манометров вычисляют среднее квадратическое отклонение S_F результата определения эффективной площади поршня в последовательности, приведенной ниже.

При каждом значении давления определяют разность отношений масс δ_i по формуле (13):

$$\delta_i = A_i - \bar{A}. \quad (13)$$

Среднее квадратическое отклонение определяют по формуле (14):

$$S_F = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i)^2}{n-1}} \cdot 100\%. \quad (14)$$

Среднее квадратическое отклонение результата определения эффективной площади поршня не должно превышать значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5.

Класс точности манометра	Среднее квадратическое отклонение, %
0,01	0,0017
0,02	0,0035
0,05	0,0042

3.3.5 Порог реагирования определяют при последнем уравнивании, т. е. при давлении, соответствующем верхнему пределу измерений манометров. При окончании уравнивания поршень поверяемого манометра дополнительно нагружают гирями, масса которых не превышает $\frac{0,1 \cdot \delta_{\text{пов}} \cdot m_{\text{max}}}{100\%}$ (где m_{max} - масса грузов поверяемого манометра, соответствующая верхнему пределу измерений, кг).

Результат проверки порога реагирования считают положительным, если при помещении добавочных гирь равновесие поршней нарушится.

3.3.6 Проверка соответствия действительных значений массы грузов расчетным или номинальным значениям.

3.3.6.1 Масса грузов и масса поршня с грузоприемным устройством должны быть подогнаны в зависимости от назначения под номинальное значение массы или под номинальное значение давления.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП					Лист
										16

Примечания:

1. Допускается подгонка массы грузов и массы поршня с грузоприемным устройством в специальные значения масс. В данном случае выдается сертификат калибровки с указанием действительных значений массы каждого груза;

2. Допускается не подгонять массу поршня с грузоприемным устройством под номинальное значение массы или под номинальное значение давления. В данном случае, в свидетельстве о поверки или сертификате калибровки указывается действительное значение массы подвижной части ИПС манометра.

3.3.6.2 Отклонение действительных значений массы поршня с грузоприемным устройством и массы каждого груза, подогнанных под номинальное значение массы, от номинальных значений массы не должно превышать $0,2 \cdot \delta_{\text{пов}}$.

3.3.6.3 Масса поршня с грузоприемным устройством и масса каждого груза, подогнанных под номинальное значение давления, в зависимости от верхнего предела измерений манометра и класса точности, должны быть рассчитаны по формулам, указанных в технической документации (руководство пользователя или технические условия на грузопоршневые манометры).

3.3.6.4 Действительные значения массы грузов, поршня с грузоприемным устройством и дополнительных грузов проверяют взвешиванием на весах с применением гирь по методике, изложенной в МИ 1747-87.

3.4 При соблюдении всех требований раздела 3 допускаемые основные погрешности поверяемого манометра не должны превышать значений, установленных в технической документации на него.

3.5 При несоответствии поверяемого манометра любому требованию раздела 3 измерительную систему манометра разбирают, повторяют операции по п. 2.8. снова собирают и проводят повторные измерения. Если и во втором случае отклонения поверяемых параметров выходят за допустимые пределы, то в этом случае класс точности манометра переводят в более низкий класс (например, манометр класса точности 0,01 может быть переведен в класс точности 0,02).

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата	С-2070.000.00 МП	Лист 17
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата		
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата		
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата		
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

4.1 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендованный вид приведен в приложении.

4.2 Положительные результаты поверки манометра должны быть оформлены свидетельством о поверке в установленной форме с указанием на оборотной стороне данных, приведенных в приложении. Знак поверки наносится на свидетельство о поверки.

4.3 Если грузы поверяет владелец манометра, то на них должен быть оформлен сертификат калибровки грузов.

4.4 При отрицательных результатах поверки манометры запрещают к применению. Выдают извещение о непригодности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата		
										С-2070.000.00 МП	Лист
											18

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рекомендуемая форма протокола поверки

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

3.1 Результаты внешнего осмотра:

3.2 Результаты опробования:

3.3 Определение метрологических характеристик:

3.3.1 Определение отклонения от перпендикулярности опорной плоскости грузоприемного устройства к оси поршня

Отклонение составляет: _____

Допуск: _____

3.3.2 Продолжительность свободного вращения поршня при $P =$ _____ и начальной скорости вращения, не превышающей (120 ± 10) об/мин, а также приведенная к нормальной температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, составляет: _____ мин.

Допуск : _____ мин.

3.3.3 Скорость опускания поршня при $P =$ _____ и частотой вращения не менее 30 об/мин, приведенная к нормальной температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, составляет: _____ мм/мин.

Допуск: _____ мм/мин.

3.3.4 Определение эффективной площади манометра методом прямого уравнивания с предварительным уравниванием

	Эталонный манометр	Поверяемый манометр	Отношение масс	Эффективная площадь, см^2
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	С-2070.000.00 МП					Лист
										19
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
Масса грузов, кг				
Разновес, кг				
ИТОГО				
				$F_{\text{пов}} = \underline{\hspace{2cm}}$
				$\text{СКО } S_f = \underline{\hspace{2cm}}$

3.3.5 Порог реагирования при давлении $P = \underline{\hspace{2cm}}$ составляет : $\underline{\hspace{2cm}}$ мг.
Допуск : $\underline{\hspace{2cm}}$ мг.

3.3.6 Проверка соответствия действительных значений массы грузов расчетным или номинальным значениям

Давление, создаваемое грузом	Расчетная или номинальная масса поверяемых грузов	Допускаемое отклонение массы грузов	Количество грузов

Массы поршня и отдельных грузов рассчитаны с учетом ускорения свободного падения
 $\underline{\hspace{2cm}}$ м/с².

Местное ускорение свободного падения $\underline{\hspace{2cm}}$ м/с².

Поверитель: $\underline{\hspace{2cm}}$ Ф.И.О.
(подпись)

Дата: $\underline{\hspace{2cm}}$

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Рекомендуемая форма оборотной стороны свидетельства о поверки манометра

Метрологические характеристики:

Верхний предел измерений

Приведенная площадь поршня, см²

Скорость опускания поршня, мм/мин

Порог реагирования, мГ

Продолжительность свободного вращения поршня, мин

Класс точности

СКО, см² или %

Давление, создаваемое грузом	Расчетная или номинальная масса груза	Допускаемое отклонение массы груза	Количество грузов

Массы поршня и отдельных грузов

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С-2070.000.00 МП	Лист
											21