РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ВЫБОР И НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

РТМ 108.002.135—83

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ указанием Министерства энергетического машиностроения от 03.11.83 № ЮК-002/8208

ИСПОЛНИТЕЛЬ **ДОМНИЦКИЙ В. М.**

© Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова (НПО ЦКТИ), 1984.

УДК 681.2:531.787(083.74) Группа Т80

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ВЫБОР И НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

РТМ 108.002.135—83

Введен впервые

Указанием Министерства энергетического машиностроения от 03.11.83 № ЮК-002/8208 срок действия

с 01.01.85

до 01.01.90

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) устанавливает общие положения по выбору и назначению методов и стандартных средств измерений (СИ) постоянного абсолютного, избыточного, вакуумметрического давления жидкости, газа и пара в зависимости от пределов измерения давления и допускаемых погрешностей измерения или предельных отклонений, установленных в нормативно-технической документации при изготовлении и испытаниях энергетического оборудования в научно-производственных, производственных объединениях, предприятиях и организациях Министерства энергетического машиностроения.

1. ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

1.1. Методы измерения давления подразделяются:

на методы, основанные на преобразовании давления в деформацию упругих элементов (мембран, сильфонов, трубчатых пружин) первичных измерительных преобразователей (ИП). Величина преобразования давления определяется эффективной площадью и жесткостью упругих элементов ИП, на которые воздействует измеряемое давление;

Издание официальное Перепечатка воспрещена

на методы, основанные на преобразовании давления в силу или перемещение массы. Величины преобразования давления определяются эффективной площадью поверхности первичного преобразователя, например, эффективной площадью поршня или поперечного сечения столба жидкости, на которую воздействует измеряемое давление;

на методы, основанные на измерении физических свойств материалов, веществ, например, электрического сопротивления, теплопроводности, плотности, вязкости, которые изменяются в зависимости от величины воздействующего давления.

1.2. Измеряемыми величинами являются перемещение, сила, механический момент, в которые преобразуется деформация, перемещение массы, пропорциональные давлению. Результат измерения (преобразования) представляется на шкале показывающего прибора или в виде электрического или пневматического выходного сигнала измерительного преобразователя.

1.3. Метод преобразования давления в деформацию упругих элементов позволяет измерять давление с погрешностью от ±0,15 до ±4% от верхнего предела измерения, метод преобразования давления в силу (перемещение) — с погрешностью от ±0,01 до ±1%, метод, основанный на измерении физических свойств материалов, веществ, применяется для измерения малых давлений газовых сред или давлений свыше 100 МПа — с погрешностью ±0,5% и более.

1.4. Погрешности СИ давления характеризуются классом точности СИ и зависят от конструкции СИ, в которых применен соответствующий метод преобразования давления в измеряемую величину, от пределов измерения, качества применяемых материалов, технологии изготовления и ряда других факторов.

Основные характеристики элементов СИ, воспринимающих давление в зависимости от метода преобразования давления, приведены в табл. 1, основные характеристики электрических преобразователей, применяемых в СИ давления, приведены в табл. 2.

СИ давления, основанные на методе измерения физических свойств материалов, веществ, разнообразны по своим характеристикам, имеют узкое целевое назначение и в энергомашиностроении, как правило, не применяются.

1.5. Величина допускаемой погрешности СИ давления выражается в виде приведенной относительной погрешности, определяемой в процентах от нормирующего значения, по формуле

$$\Delta_{\text{СИ}} = \frac{\Delta_{\text{а}}}{x_N} 100, \qquad (1)$$

где $\Delta_{\text{а}}$ — допускаемая абсолютная погрешность измерения; x_N — нормирующее значение.

Нормирующее значение при установлении относительной приведенной погрешности для средств измерений с равномерной или

квадратичной шкалой принимается равным верхнему пределу шкалы (выходного сигнала), если нулевая отметка (нуль выходного сигнала) находится в начале шкалы, или арифметической сумме пределов шкалы (выходного сигнала) без учета их знака, если нулевая отметка (нуль выходного сигнала) находится внутри рабочей части шкалы (диапазона выходного сигнала).

1.6. Изменение показаний (выходного сигнала) Δ_t СИ давлений с упругими чувствительными элементами, воспринимающими давление, от изменения температуры окружающего воздуха определяется по формуле

$$\Delta_t = \pm K_t (t_2 - t_1), \qquad (2)$$

где K_t — температурный коэффициент. Для СИ давлений класса точности 0,4; 0,6; 1; 1,5 K_t не более 0,06%/°С, для СИ давлений класса точности 2,5 и 4 K_t не более 0,1%/°С; t_1 — нормальная температура СИ давлений и окружающего воздуха, которая принимается равной (20±2)°С для СИ давлений классов точности 0,4; 0,6 и 1 и (20±5)°С для СИ давлений классов точности 1,5; 2,5 и 4; t_2 — температура СИ давлений в условиях эксплуатации в диапазоне от минус 50 до плюс 60°С.

1.7. Изменение показаний для жидкостных СИ давлений от изменения температуры СИ и окружающего воздуха на ±10°С от нормальной не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

1.8. Изменение показаний (выходного сигнала) СИ давления при воздействии на них вибрации с параметрами, указанными в техническом описании и инструкции по эксплуатации на СИ давления, может достигать величины, равной пределу допускаемой основной погрешности СИ давления.

1.9. Суммарная допускаемая погрешность сложных СИ давления, состоящих из нескольких последовательно включенных независимых некоррелированных измерительных преобразователей и показывающего прибора, определяется по формуле

$$\Delta_\Sigma = (\Delta^2_{n_1} + \ldots + \Delta^2_{n_m} + \Delta^2_{\text{пр}})^{0,5}, \qquad (3)$$

где $\Delta_{n_1} \ldots \Delta_{n_m}$ — допускаемые погрешности измерительных преобразователей; $\Delta_{\text{пр}}$ — допускаемая погрешность показывающего прибора.

Из формулы (3) следует, что неизвестная допускаемая погрешность одного из СИ, например показывающего прибора, входящего в состав сложных СИ давления, при известных суммарной погрешности сложных СИ и погрешностей измерительных преобразователей может быть определена по формуле

$$\Delta_{\text{пр}} = (\Delta^2_\Sigma - \Delta^2_{n_1} - \ldots - \Delta^2_{n_m})^{0,5}. \qquad (4)$$

Таблица 1

Характеристики элементов СИ, воспринимающих давление

Метод преобразования давления	Элемент, воспринимающий давление	Диапазон изменения давления, Па	Основная погрешность преобразования, %	Выходная измеряемая величина	Устойчивость к механическим воздействиям	Характерные особенности	
						Положительные	Отрицательные
Преобразование в деформацию	Мембрана	От 2,5 до $1{,}6 \cdot 10^8$	От ±0,1 до ±3,0	Перемещение, сила	Высокая	Малые габариты, возможность применения электрических преобразователей, высокое быстродействие, применение различных материалов для различных сред, возможность замены	Чувствительность к положению при измерении малых давлений, нестабильность при воздействии температур
	Сильфон	От 1,0 до $2 \cdot 10^6$	От ±0,2 до ±3,0	Перемещение, сила	Низкая и очень низкая	Высокая чувствительность, большая эффективная площадь, возможность замены	Сложность изготовления, нелинейность в широком диапазоне перемещений, большие размеры, большой гистерезис, чувствительность к положению
	Трубчатая пружина	От 10 до 10^9	От ±16 до ±4,0	Перемещение	Высокая	Низкая стоимость, разнообразие конструкций при различных требованиях, малая чувствительность к положению, возможность применения электрических преобразователей	Малое быстродействие, большой гистерезис, значительные погрешности при воздействии температуры, большие размеры
Преобразование в силу или перемещение массы	Поршень	От 10^4 до $2{,}5 \cdot 10^8$	От ±0,02 до ±0,2	Сила	Высокая	Стабильность эффективной площади, воспринимающей давление, высокая точность измерения	Сложность конструкции, ограниченное применение по условиям эксплуатации, погрешность от воздействия температуры, наличие трения и негерметичность подвижной системы, большие габариты
	Жидкость в сосуде	От 10^{-2} до $6{,}3 \cdot 10^3$	От ±0,01 до ±1,0	Перемещение	Низкая	Стабильность эффективной площади, высокая точность измерения	Малые пределы измерений, чувствительность к положению, значительные погрешности от воздействия температуры, большие габариты, вредность паров жидкости

Таблица 2

Характеристики электрических преобразователей, применяемых в СИ давления

Вид преобразователя	Преобразуемая величина, пропорциональная давлению	Основная погрешность преобразования (минимальная), %	Выходной сигнал	Устойчивость к механическим воздействиям	Характерные особенности	
					Положительные	Отрицательные
Тензорезистор проволочный, фольговый, пленочный, напыленный	Деформация	±0,4	Напряжение постоянного или переменного тока	Низкая	Преобразование деформации переменного знака, малые размеры, стабильность характеристик	Низкий уровень выходного сигнала, необходима компенсация влияния температуры
Полупроводник	Сила	±0,2	Напряжение постоянного тока	Высокая	Большая частота собственных колебаний, малые размеры, механическая прочность, стабильность характеристик	Чувствительность к температуре, высокая стоимость

Продолжение табл. 2

Вид преобразователя	Преобразуемая величина, пропорциональная давлению	Основная погрешность преобразования (минимальная), %	Выходной сигнал	Устойчивость к механическим воздействиям	Характерные особенности	
					Положительные	Отрицательные
Резистор переменный	Перемещение	±1,0	Напряжение постоянного или переменного тока	Средняя	Высокий уровень выходного сигнала и возможность его регулировки, низкая стоимость, малые размеры, высокая чувствительность	Механический износ токоведущих частей, нестабильность характеристики
Устройство с силовой электрической компенсацией	Сила	±0,5	Напряжение переменного или постоянного тока	Низкая	Широкий диапазон преобразования, высокий уровень выходного сигнала, стабильность характеристики, разнообразие конструкций	Сложность конструкции, большие размеры, низкая механическая прочность
Электрический конденсатор	Перемещение, сила	±0,1	Напряжение постоянного или переменного тока	От малой до высокой	Преобразование малых перемещений, широкий динамический диапазон, высокая точность, низкая чувствительность к влияющим факторам	Высокое выходное сопротивление, наличие паразитных емкостей, сложность изготовления
Линейный дифференциальный трансформатор	Перемещение	±0,5	Напряжение переменного и постоянного тока после выпрямителя	Высокая	Преобразование знакопеременного перемещения, стабильность характеристики, большой диапазон измерений, высокий уровень выходного сигнала, отсутствие гальванической связи между цепями питания и выхода	Нелинейность характеристики в широком диапазоне, погрешность от воздействия температуры
Катушка индуктивности	Перемещение, сила	±0,5	Индуктивность, сила переменного или постоянного тока после выпрямителя	Низкая	Высокий уровень выходного сигнала, стабильность характеристики, большой диапазон измерения перемещений и усилий	Нелинейность характеристики, отсутствие нулевого выходного сигнала, погрешность от воздействия температуры, гальваническая связь между измерительной и питающей цепями
Пьезоэлектрический	Сила	±0,1	Напряжение переменного тока	Очень высокая	Высокая точность воспроизведения сигнала, отсутствие гистерезиса, стабильность во времени, простота конструкции, малые размеры, прочность	Чувствительность к температуре, низкий уровень сигнала, высокое внутреннее сопротивление
Резонирующая струна	Сила	±0,1	Частота напряжения переменного тока	Средняя	Высокая точность, стабильность, частотный выходной сигнал	Необходимость компенсации влияния температуры

2. ВЫБОР И НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

2.1. При выборе метода преобразования давления в измеряемую величину следует руководствоваться характеристиками элементов СИ, воспринимающих давление, которые приведены в табл. 1, а при применении СИ давлений с выходным электрическим сигналом дополнительно руководствоваться характеристиками электрических преобразователей СИ давления, приведенными в табл. 2.

2.2. Выбор метода и СИ давления следует производить исходя из диапазона (величины) измеряемого давления, заданной погрешности измерения или допускаемых предельных отклонений измерения давления от номинального значения, указанных в технической документации на энергооборудование, технологический процесс и т. п.

При этом необходимо учитывать условия работы СИ давления, его конструкцию, расположение штуцеров, форму представления результата измерения, требования к установке и эксплуатации, порядок и правила монтажа, воздействие внешних факторов (температуры, вибрации, ударов), вид и физико-химические свойства измеряемой среды, а также скорость изменения давления и динамические характеристики СИ давления.

2.3. Верхний предел измерения и класс точности СИ давления следует назначать исходя из заданного диапазона (величины) измеряемого давления, допускаемой абсолютной погрешности измерения или допускаемых предельных отклонений измерения давления от номинального значения.

2.4. Выбор верхнего предела измерения СИ производится по табл. 3—5, в которых приведены соотношения диапазона (величины) измеряемого давления и верхнего предела измерения СИ давления.

При определении верхнего предела измерения давления следует учитывать, что для уменьшения относительной погрешности измерений и обеспечении работоспособности СИ при внезапном изменении давления верхний предел шкалы (диапазона измерений) СИ давлений выбирается таким, чтобы ожидаемое рабочее значение измеряемого давления находилось в последней трети или половине шкалы (диапазона измерений) и, как правило, не превышало 75—80% верхнего предела шкалы (диапазона измерений). При исключении вероятности изменения давления сверх ожидаемого верхний

Назначение класса точности средств измерений

Измеряемое давление избыточное, МПа (кгс/см²)	Верхний предел измерения СИ, МПа (кгс/см²)	Класс точности средств измерений				
		0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0
		Абсолютная допускаемая величина отклонения, МПа (кгс/см²)					
От 0,06 до 0,08 (от 0,6 до 0,8)	0,10 (1,0)	0,0013 (0,013)	0,0020 (0,020)	0,0033 (0,033)	0,0050 (0,050)	0,0083 (0,083)	0,0133 (0,133)
От 0,08 до 0,12 (от 0,8 до 1,2)	0,16 (1,6)	0,0020 (0,020)	0,0030 (0,030)	0,0053 (0,053)	0,0080 (0,080)	0,0133 (0,133)	0,0213 (0,213)
От 0,12 до 0,20 (от 1,2 до 2,0)	0,25 (2,5)	0,0033 (0,033)	0,0050 (0,050)	0,0083 (0,083)	0,0123 (0,123)	0,0210 (0,210)	0,033 (0,33)
От 0,20 до 0,30 (от 2,0 до 3,0)	0,40 (4,0)	0,0053 (0,053)	0,0080 (0,080)	0,013 (0,13)	0,020 (0,20)	0,033 (0,33)	0,053 (0,53)
От 0,30 до 0,50 (от 3 до 5)	0,60 (6,0)	0,0080 (0,080)	0,0120 (0,120)	0,020 (0,20)	0,030 (0,30)	0,050 (0,50)	0,080 (0,80)
От 0,50 до 0,80 (от 5,0 до 8,0)	1,0 (10,0)	0,013 (0,13)	0,020 (0,20)	0,033 (0,33)	0,050 (0,50)	0,083 (0,83)	0,133 (1,33)
От 0,80 до 1,2 (от 8,0 до 12,0)	1,6 (16,0)	0,020 (0,20)	0,030 (0,30)	0,053 (0,53)	0,080 (0,80)	0,133 (1,33)	0,213 (2,13)
От 1,2 до 2,0 (от 12,0 до 20,0)	2,5 (25,0)	0,033 (0,33)	0,050 (0,50)	0,083 (0,83)	0,123 (1,23)	0,210 (2,10)	0,33 (3,3)
От 2,0 до 3,0 (от 20,0 до 30,0)	4,0 (40,0)	0,053 (0,53)	0,080 (0,80)	0,130 (1,30)	0,20 (2,0)	0,33 (3,3)	0,53 (5,3)
От 3,0 до 5,0 (от 30,0 до 50,0)	6,0 (60,0)	0,080 (0,80)	0,100 (1,00)	0,20 (2,0)	0,30 (3,0)	0,50 (5,0)	0,80 (8,0)
От 5,0 до 8,0 (от 50,0 до 80,0)	10,0 (100,0)	0,13 (1,3)	0,20 (2,0)	0,33 (3,3)	0,50 (5,0)	0,83 (8,3)	1,33 (13,3)
От 8,0 до 12,0 (от 80,0 до 120,0)	16,0 (160,0)	0,20 (2,0)	0,30 (3,0)	0,53 (5,3)	0,80 (8,0)	1,33 (13,3)	2,13 (21,3)
От 12 до 20 (от 120 до 200)	25,0 (250,0)	0,33 (3,3)	0,50 (5,0)	0,83 (8,3)	1,23 (12,3)	2,10 (21,0)	3,30 (33,0)
От 20 до 30 (от 200 до 300)	40,0 (400,0)	0,53 (5,3)	0,80 (8,0)	1,30 (13,0)	2,00 (20,0)	3,30 (33,0)	5,30 (53,0)
От 30 до 50 (от 300 до 500)	60,0 (600,0)	0,80 (8,0)	1,00 (10,0)	2,00 (20,0)	3,00 (30,0)	5,00 (50,0)	8,00 (80,0)
От 50 до 80 (от 500 до 800)	100,0 (1000,0)	1,30 (13,0)	2,00 (20,0)	3,30 (33,0)	5,00 (50,0)	8,30 (83,0)	13,3 (133)
От 80 до 120 (от 800 до 1200)	160,0 (1600,0)	2,00 (20,0)	3,00 (30,0)	5,30 (53,0)	8,00 (80,0)	13,3 (133)	21,3 (213)
От 120 до 200 (от 1200 до 2000)	250,0 (2500,0)	3,30 (33,0)	5,00 (50,0)	8,30 (83,0)	12,3 (123)	21,0 (210)	33,0 (330)
От 200 до 300 (от 2000 до 3000)	400,0 (4000,0)	5,30 (53,0)	8,00 (80,0)	13,0 (130)	20,0 (200)	33,0 (330)	53,0 (530)

Таблица 3

для избыточного давления

Таблица 4

Назначение класса точности средств измерений для вакуумметрического давления

Измеряемое давление вакуумметрическое, МПа (кгс/см²)	Верхний предел измерения СИ, МПа (кгс/см²)	Класс точности средств измерений				
		0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0
		Абсолютная допускаемая величина отклонения, МПа (кгс/см²)					
От —0,03 до —0,05 (от —0,3 до —0,5)	—0,06 (—0,6)	0,00080 (0,0080)	0,0012 (0,012)	0,0020 (0,020)	0,0030 (0,030)	0,0050 (0,050)	0,0080 (0,080)
От —0,05 до —0,08 (от —0,5 до —0,8)	—0,10 (—1,0)	0,0013 (0,013)	0,0020 (0,020)	0,0033 (0,033)	0,0050 (0,050)	0,0083 (0,083)	0,0133 (0,133)

Таблица 5

Назначение класса точности средств измерений для вакуумметрического и избыточного давления

Измеряемое давление вакуумметрическое и избыточное, МПа (кгс/см²)	Верхний предел измерения вакуумметрического давления, МПа (кгс/см²)	Верхний предел измерения избыточного давления, МПа (кгс/см²)	Класс точности средств измерений				
			0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0
			Абсолютная допускаемая величина отклонения, МПа (кгс/см²)					
От —0,07 до +0,05 (от —0,7 до +0,5)	—0,1 (—1)	0,06 (0,6)	0,002 (0,02)	0,003 (0,03)	0,0053 (0,053)	0,024 (0,24)	0,0133 (0,133)	0,0213 (0,213)
От —0,07 до +0,12 (от —0,7 до +1,2)	—0,1 (—1)	0,15 (1,5)	0,0033 (0,033)	0,005 (0,05)	0,0083 (0,083)	0,0123 (0,123)	0,021 (0,21)	0,033 (0,33)
От —0,07 до +0,25 (от —0,7 до +2,5)	—0,1 (—1)	0,30 (3,0)	0,0053 (0,053)	0,008 (0,08)	0,013 (0,13)	0,02 (0,2)	0,033 (0,33)	—
От —0,07 до +0,45 (от —0,7 до +4,5)	—0,1 (—1)	0,50 (5,0)	0,008 (0,08)	0,012 (0,12)	0,02 (0,2)	0,03 (0,3)	—	—
От —0,07 до +0,85 (от —0,7 до +8,5)	—0,1 (—1)	0,90 (9,0)	0,013 (0,13)	0,02 (0,2)	0,033 (0,33)	—	—	—

предел шкалы (диапазона) СИ выбирается равным рабочему пределу измерения.

2.5. Назначение класса точности СИ давления при заданных диапазоне (величине) измеряемого давления и допускаемой абсолютной погрешности производится по величине допускаемой приведенной относительной погрешности, которая рассчитывается по формуле (1).

Верхний предел измерения СИ давления определяется по пп. 2.3 и 2.4.

Класс точности СИ давления назначается из нормированного ряда классов точности СИ давления по ближайшему значению, не превышающему величины допускаемой приведенной относительной погрешности.

2.6. Назначение класса точности СИ давления при заданных диапазоне (величине) измеряемого давления и допускаемых отклонениях давления от номинального значения или предельных наименьшем и наибольшем значениях давления производится по табл. 3—5.

Абсолютная допускаемая величина отклонения определяется как сумма допускаемых отклонений измеряемого давления.

Отношение допускаемой абсолютной погрешности измерения к абсолютной допускаемой величине отклонения не должно быть более 0,3.

При абсолютной допускаемой величине отклонения, не соответствующей значениям, указанным в табл. 3—5, класс СИ давления следует выбирать по ближайшему меньшему значению величины отклонения для соответствующего измеряемого давления.

2.7. Для определения классов точности СИ давления, которые не приведены в табл. 3, 4, 5, следует определить верхний предел измерения (пп. 2.3, 2.4) и допускаемую приведенную относительную погрешность (п. 1.5), по которой назначается класс точности СИ давления (п. 2.5).

2.8. Тип СИ давления выбирается по табл. 1—6, приведенным в рекомендуемом приложении 1, или номенклатурному каталогу на приборы контроля и регулирования давления исходя из диапазона измерений (верхнего предела измерений), класса точности, вида измеряемого давления (вакуумметрическое, избыточное, абсолютное) и других требований, указанных в п. 2.2.

2.9. Примеры выбора верхнего предела и класса точности СИ давлений приведены в справочном приложении 2, термины, применяемые в РТМ, — в справочном приложении 3, соотношения между единицами давления — в справочном приложении 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Таблица 1

Вакуумметры деформационные

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
—0,10	—1,0	+	—	—	МЭД 22364	1; 1,5	—	—	+	+	+	+	—	—	+	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ОБВ1-100; ОБВ1-100б	2,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВОШ 1-100	2,5	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВОШ 1-160	1,5	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВО 1227	0,25	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВО 11207	0,4	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВТИ 1218	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВТС-711; ВТС-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВТ2С-711; ВТ2С-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВЭ-16-Рб	1,5	—	—	+	+	—	+	+	+	+	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВП4-III; ВП4-IV	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВП4-V	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—

Продолжение табл. 1

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
—0,10	—1,0	+	—	—	ВП4-VI	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВТ-711Р; ВТ-712Р	1,5	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВС-ЭI	0,6; 1,0; 1,5	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—
—0,10	—1,0	+	—	—	ВС-П1	0,6; 1,0	—	+	—	+	—	+	—	—	—	+
—0,06	—0,6	+	—	—	ВТИ 1218	0,6; 1,0	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,06	—0,6	+	—	—	ВТС-711; ВТС-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
—0,06	—0,6	+	—	—	ВТ2С-711; ВТ2С-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
—0,06	—0,6	+	—	—	ВП4-III; ВП4-IV	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,06	—0,6	+	—	—	ВП4-V	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,06	—0,6	+	—	—	ВП4-VI	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,06	—0,6	+	—	—	ВТ-711Р; ВТ-712Р	1,5	—	—	+	+	+	+	—	+	—	+
—0,06	—0,6	+	—	—	ВС-П1	0,6; 1,0	—	+	—	+	—	+	—	—	—	+
—0,04	—0,4	+	—	—	ВС-П1	0,6; 1,0	—	+	—	+	—	+	—	—	—	+
—0,025	—0,25	+	—	—	ВС-П1	0,6; 1,0	—	+	—	+	—	+	—	—	—	+

Таблица 2

Мановакуумметры деформационные

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
—0,1; +0,3	—1; +3	+	+	—	ОБМВ1-160; ОБМВ1-160б	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,1; +0,3	—1; +3	+	+	—	МВОШ1-160	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,1; +0,3	—1; +3	+	+	—	МТИ 1218	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,1; +1,5	—1; +15	+	+	—	МЭД 22364	1,0; 1,5	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—
—0,1; +1,5	—1; +15	+	+	—	МВТП-100/1-ВУ	2,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,1; +1,5	—1; +15	+	+	—	МВТС-711; МВТС-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
—0,1; +1,5	—1; +15	+	+	—	МВТ-711Р; МВТ-712Р	1,5	—	—	+	+	+	+	—	—	—	+
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МЭД 22365	1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	ОБМВ1-100; ОБМВ1-100б	2,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВОШ1-100	2,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВТП-100/2-ВУ	2,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВТП-160	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	ВЭ-16Рб	1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	ЭКМВ-IV	1,5	—	—	+	+	—	+	+	+	—	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВП4-III, МВП4-IV	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВП4-V	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	+
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВС-Э2	0,6; 1,0; 1,5	—	—	—	+	—	+	—	—	+	—
—0,1; +2,4	—1; +24	+	+	—	МВС-П1; МВС-П2	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+

Таблица 3

Манометры деформационные

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
0,04	0,4	—	—	+	МАС-Э3	1,0	—	+	—	—	—	+	—	—	+	—
0,4	4	—	—	+	МАС-Э1	1,0	—	+	—	—	—	+	—	—	+	—
0,4	4	—	+	—	МС-Э1	0,6 1,0; 1,5	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—
0,4	4	—	+	—	ОБМ1-160	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
0,6	6	—	+	—	МЭД 22364	1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
1,0	10	—	+	—	МДФ1-100	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
2,5	25	—	—	+	МАС-Э2	1,0	—	+	—	—	—	+	—	—	+	—
2,5	25	—	+	—	МТП-100/1-BV	2,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
2,5	25	—	+	—	МО 1227	0,15 0,25	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
2,5	25	—	+	—	МС-Э2	0,6; 1,0	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—
6,0	60	—	+	—	ОБМ1-100	2,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
6,0	60	—	+	—	МОШ1-100	2,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
10,0	100	—	+	—	МП-Э2	0,6; 1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
10,0	100	—	+	—	МП-П2	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+

Продолжение табл. 3

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
10,0	100	—	+	—	ЭКМ-IV	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
0,4	4	—	+	—	МОШ1-160	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
16,0	160	—	+	—	ОБМГН-1-100	2,5	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—
40,0	400	—	+	—	МП-Э3	0,6; 1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
40,0	400	—	+	—	МП-П3	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+
40,0	400	—	+	—	МТ-1; МТ-2; МТ-3; МТ-4	4,0	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—
40,0	400	—	+	—	ММ-60	1,5; 2,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
От 0,4 до 60	От 4 до 600	—	+	—	«Сапфир» 652ДИ	0,6; 1,0; 1,5	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—
60,0	600	—	+	—	МП-3	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
60,0	600	—	+	—	МПЭ-МИ	0,6; 1,0; 1,5	—	—	+	+		+			+	
60,0	600	—	+	—	МТП-100/2-ВУ	2,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
60,0	600	—	+	—	МТП-160	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
60,0	600	—	+	—	МП-5	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
60,0	600	—	+	—	МО 1226	0,15 0,25	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
60,0	600	—	+	—	МО 11203	0,4	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—

Продолжение табл. 3

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
100,0	1000	—	+	—	МП-Э4	0,6; 1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
100,0	1000	—	+	—	МП-П4	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+
160,0	1600	—	+	—	МЭД 22365	1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
160,0	1600	—	+	—	ОБМГв1-160	1,5	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—
160,0	1600	—	+	—	МТП-16	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
160,0	1600	—	+	—	МТИ 1217	0,6; 1,0	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
160,0	1600	—	+	—	МТ2С-711; МТ2С-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
160,0	1600	—	+	—	МТС-711; МТС-712	1,0	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
160,0	1600	—	+	—	ЭКМ-2V	1,5	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—
160,0	1600	—	+	—	МП4-III; МП4-IV	1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
160,0	1600	—	+	—	МП4-VI	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	—	—	+	—
160,0	1600	—	+	—	МП-4-V	1,0; 1,5	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—
160,0	1600	—	+	—	МТ-711Р; МТ-712Р	1,5	—	—	+	+	+	+	—	+	—	+
1000,0	10 000	—	+	—	МСв-Э6	1,0; 1,5	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—
1000,0	10 000	—	+	—	СВ-1903	1,0	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—
1000,0	10 000	—	+	—	МСв-П6	1,0	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+

Таблица 4

Тягонапоромеры деформационные

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Элемент, воспринимающий давление			Измеряемая среда			Результат измерения			
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/м²						Мембрана	Сильфон	Трубчатая пружина	Жидкость	Пар	Газ	Показания стрелки	Регистрация	Электрический сигнал	Пневматический сигнал
40,00	4000	+	—	—	ТС-Э	0,6; 1,0; 1,5	—	+	—	—	—	+	—	—	+	—
40,00	4000	+	—	—	ТС-П3	0,5; 1,0	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+
—0,20 20,00	—20 2000	+	+	—	ТНС-Э	0,6; 1,0; 1,5	—	+	—	—	—	+	—	—	+	—
—0,20 20,00	—20 2000	+	+	—	ТНС-П1; ТНС-П2; ТНС-П3	0,5; 1,0	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+
—0,80 12,50	—8 1250	+	+	—	ТНМП-52	1,5; 2,5	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—
40,00	4000	—	+	—	ПНС-Э	0,6; 1,0; 1,5	—	+	—	—	—	+	—	—	+	—
40,00	4000	—	+	—	НС-П1; НС-П2; НС-П3	0,5; 1,0	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+
40,00	4000	—	+	—	НМП-52	2,5	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—
—0,16 0	—16 0	+	—	—	ТмМП-52	2,5	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—

Таблица 5

Мановакуумметры и манометры грузопоршневые

Верхний предел измерения		Вакуумметрическое	Избыточное	Абсолютное	Тип средств измерения	Класс точности	Измеряемая среда			Результат измерения
В системе СИ, МПа	В системе МКГСС, кгс/см²						Жидкость	Пар	Газ	Уравновешивание грузами
—0,10; +0,25	—1,0; +2,5	+	+	—	МВП-2,5	0,05	—	—	+	+
0,25	2,5	—	+	—	МП-2,5	0,02 0,05	—	—	+	+
0,60	6,0	—	+	—	МП-6	0,05	+	—	—	+
6,00	60,0	—	+	—	МП-60	0,05	+	—	—	+
25,00	250,0	—	+	—	МП-250	0,05	+	—	—	+
60,00	600,0	—	+	—	МП-600	0,05	+	—	—	+
250,00	2500,0	—	+	—	МП-2500	0,05	+	—	—	+

Таблица 6

Микроманометры, тягонапоромеры жидкостные

Верхний предел измерения		Наибольшее статическое давление, кгс/см²	Вакуумметрическое	Избыточное	Тип средств измерения	Класс точности	Рабочая жидкость	Измеряемая среда		
В системе СИ, кПа	В системе МКГСС, кгс/м²							Жидкость	Пар	Газ
2,40	240	0,1 (0,01 МПа)	+	+	ММН-240	1,0	Этиловый спирт	—	—	+
1,60	160	0,2 (0,02 МПа)	—	+	ТНЖ-Н	1,5	Спирт	—	—	+
6,30	630	0,5 (0,05 МПа)	—	+	ТДЖ	1,5	Дистиллированная вода	—	—	+

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ПРИМЕРЫ ВЫБОРА ВЕРХНЕГО ПРЕДЕЛА И КЛАССА ТОЧНОСТИ СИ ДАВЛЕНИЙ

1. При испытаниях паровой турбины требуется измерить давление пара в диапазоне от 21 до 24 МПа с погрешностью 0,25 МПа. По табл. 3 определяем верхний предел СИ давления, который равен 40 МПа.

По формуле (1) рассчитываем приведенную относительную погрешность СИ давления

$$\Delta_{\text{СИ}} = \frac{\Delta_a}{x_N} 100 = \frac{0{,}25}{40} 100 = 0{,}625.$$

По ближайшему меньшему значению класса точности назначаем класс точности СИ давления, равный 0,6 с верхним пределом измерения 40 МПа.

2. При испытаниях подогревателя смешивающего типа необходимо измерить давление пара в пределах от минус 0,05 МПа до плюс 0,12 МПа с погрешностью 0,003 МПа.

По табл. 5 определяем верхние пределы СИ давления, которые равны минус 0,1 МПа и плюс 0,15 МПа. По формуле (1) рассчитываем приведенную погрешность СИ давления

$$\Delta_{\text{СИ}} = \frac{\Delta_a}{x_N} 100 = \frac{0{,}003}{0{,}1+0{,}15} 100 = 1{,}2.$$

По ближайшему меньшему значению класса точности (см. табл. 5) назначаем класс точности СИ давления, равный 1,0 с верхними пределами измерения минус 0,1 МПа и плюс 0,15 МПа.

3. В технической документации указано, что давление воды в магистрали должно быть $6{,}5^{+0{,}06}_{-0{,}08}$ МПа.

Абсолютная допускаемая величина отклонения (МПа) равна

$$0{,}06+0{,}08=0{,}14.$$

По табл. 3 для измеряемого давления 6,5 МПа определим верхний предел измерения, равный 10 МПа, и по величине отклонения 0,14 МПа, которая должна быть большей или равной ближайшему значению в табл. 3, определим класс точности СИ давления, равный 0,4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Справочное

ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РТМ

Термин	Определение
Давление	Отношение равномерно распределенной и перпендикулярно направленной к поверхности силы, которая приложена к единице площади поверхности
Постоянное давление	Давление, не изменяющееся или плавно изменяющееся во времени со скоростью не более 1% в секунду от суммы верхних пределов СИ давлений
Абсолютное давление	Давление, при измерении которого за начало отсчета принимают абсолютный нуль давления
Атмосферное давление	Абсолютное давление, создаваемое массой воздуха земной атмосферы
Избыточное давление	Разность между абсолютным и атмосферным давлениями, если она больше нуля
Вакуумметрическое давление или разрежение	Разность между абсолютным и атмосферным давлениями, если она меньше нуля

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ ДАВЛЕНИЯ

Единица давления в системе МКГСС или внесистемная единица		Единица давления в СИ, Па
Наименование	Обозначение	
Бар	бар	10^5
Килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см^2	$9{,}81 \cdot 10^4 \approx 10^5$
Килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м^2	$9{,}81 \approx 10$
Миллиметр водяного столба	мм вод. ст.	$9{,}81 \approx 10$
Миллиметр ртутного столба	мм рт. ст.	$133{,}32 \approx 1{,}3 \cdot 10^2$
Техническая атмосфера	ат	$9{,}81 \cdot 10^4 \approx 10^5$
Физическая атмосфера	атм	$10{,}1 \cdot 10^4 \approx 10^5$

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РТМ 108.002.135—83

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Редактор *С. В. Иовенко.*

Технический редактор *А. Н. Крупенева.* Корректор *Л. А. Крупнова.*

Сдано в набор 25.04.84. Подписано к печ. 04.12.84. Формат бум. 60×90 1/16.
Объем 1 1/2 печ. л. Тираж 600. Заказ 366. Цена 30 коп.

gost.e-ecolog.ru

Редакционно-издательский отдел НПО ЦКТИ.
194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24.