

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И
ПОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ МАНОМЕТРОВ**

Издательство

Томского политехнического университета

2014

УДК 006 (076.6)
ББК30.10я73
А927

Атрошенко Ю.К.

Исследование метрологических характеристик и поверка технических манометров. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

В пособии приведены сведения о технических манометрах, показан ход выполнения лабораторной работы. Лабораторная работа содержит индивидуальные варианты заданий. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям 140100 (13.03.01) «Теплоэнергетика и теплотехника» и 141100 (13.03.03) «Энергетическое машиностроение».

УДК 006 (076.6)
ББК30.10я73

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

Мамонтов Г.Я.

Доцент ФГОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)»

Волошенко А.В.

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014
© Атрошенко Ю.К., Кравченко Е.В.
© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

Цель работы заключается в ознакомлении со средствами измерения давления, изучении технических и эталонных манометров, методики поверки технических деформационных манометров.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение принципа действия технического деформационного манометра;
- изучение методики поверки технического манометра;
- экспериментальное определение метрологических характеристик деформационного манометра;
- проведение поверки.

Принцип действия и методика поверки деформационных манометров

Деформационные манометры – один из наиболее распространенных видов средств измерения давления. В деформационных манометрах используется зависимость деформации чувствительного элемента или развиваемой им силы от измеряемого давления. Пропорциональная давлению деформация преобразуется в показания или соответствующие им изменения выходного сигнала. Большинство деформационных манометров содержат упругие чувствительные элементы, осуществляющие преобразование давления в пропорциональное перемещение рабочей точки.

Одним из типов упругих чувствительных элементов являются одновитковые трубчатые пружины. Такие пружины могут иметь эллиптическое или плоскоовальное сечение. Один конец пружины, в который поступает измеряемое давление, закреплен неподвижно в держателе, второй (закрытый) – может перемещаться. При этом трубка загнута под углом 270° . Под действием разности измеряемого внутреннего и внешнего атмосферного давления трубчатая пружина деформируется: пружина раскручивается, и ее свободный конец совершает перемещение. Направление перемещения свободного конца трубки обусловлено увеличением малой оси сечения трубки под влиянием избыточного давления и уменьшения при воздействии разрежения. Конструкция такого манометра показана на рис. 1.

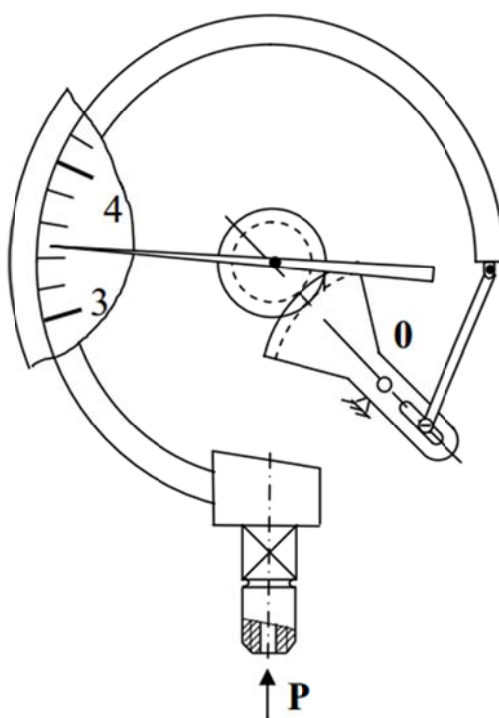


Рис. 1. Конструкция манометра с одновитковой трубчатой пружиной

Перемещение стрелки осуществляется с помощью передаточного механизма, соединенного со свободным концом чувствительного элемента.

Поверкой технических манометров называют совокупность операций, выполняемых с целью оценки их погрешностей и вариации. Перед поверкой производят внешний осмотр манометра, чтобы убедиться в отсутствии неисправностей, препятствующих применению поверяемого манометра. Стрелка манометра в рабочем положении и при отсутствии давления не должна отклоняться от нулевой отметки более чем на 0,5 деления шкалы.

Технические манометры поверяют путем сравнения их показаний с показаниями приборов более высокого класса точности. Верхний предел измерения эталонного манометра должен быть на $1/3$ больше верхнего предела измерения поверяемого манометра, а значение допускаемой погрешности эталонного манометра – в 4 раза меньше значения допускаемой погрешности поверяемого манометра. Количество проверяемых отметок должно составлять: для манометров классов точности 1,5 и 2,5 – не менее 5; для манометров класса точности ниже 2,5 – не менее трех.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка включает поверяемый манометр типа МП-4У и эталонный грузопоршневой манометр (ГПМ) типа МП-60. Схема поверочной установки приведена на рис. 2.

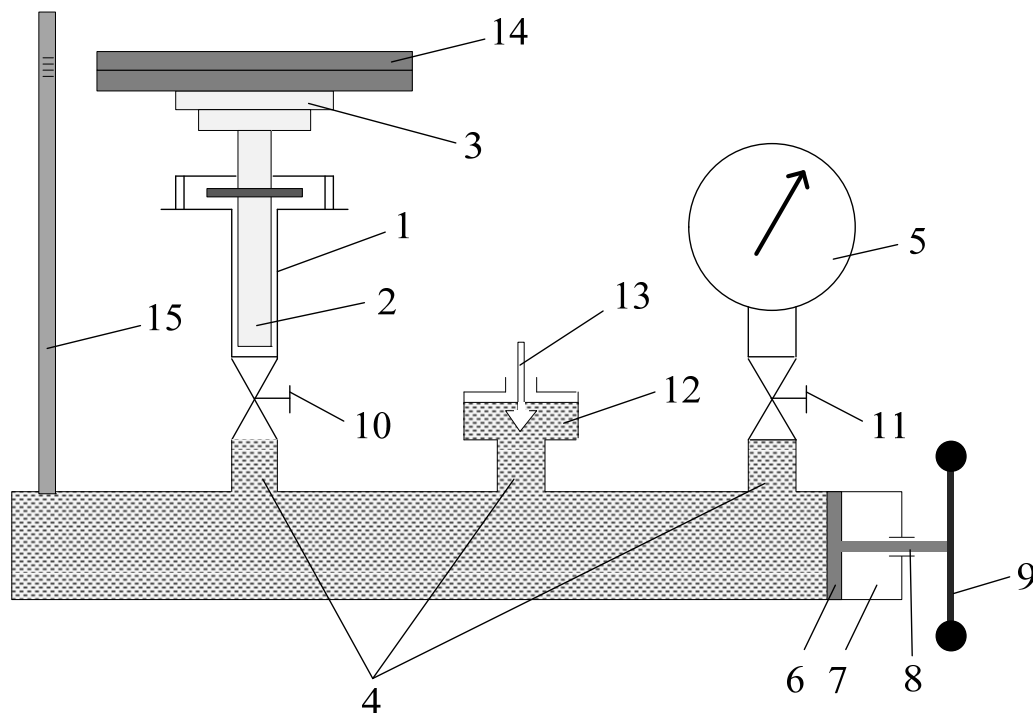


Рис. 2. Схема поверочной установки:

1 – полый цилиндр; 2 – поршень; 3 – грузоприемная тарелка; 4 – каналы; 5 – поверяемый прибор; 6 – поршень; 7 – цилиндр; 8 – винт; 9 – рукоятка; 10, 11 – вентили; 12 – емкость; 13 – игольчатый вентиль; 14 – грузы; 15 – стойка

ГПМ включает колонку и гидравлический винтовой пресс, конструктивно объединенные в одном корпусе. В состав ГПМ входит набор калиброванных грузов, который обеспечивает давление равное верхнему пределу измерения.

Грузовая колонка содержит полый цилиндр 1, заполненный рабочей жидкостью. Внутри цилиндра находится поршень 2 с грузоприемной тарелкой 3. Внутренняя полость цилиндра соединена каналами 4 с поверяемым прибором 5 и гидравлическим прессом 6 в цилиндре 7 и винт 8 с рукояткой 9, при вращении которой поршень перемещается в цилиндре. Каналы 4 могут перекрываться вентилем 10 и 11. Для заполнения гидравлической системы ГПМ рабочей жидкостью предусмотрена емкость 12 с игольчатым вентилем 13. К грузопоршневому манометру можно подключить поверяемый манометр 5. При измерении давления, создаваемого гидравлическим прессом при вращении рукоят-

ки, на грузоприемную тарелку помещают грузы 14 в таком количестве, которое обеспечивает состояние равновесия поршня грузопоршневого манометра. О достижении положения равновесия судят по совпадению рисок на стойке 15 и на ребре грузоприемной тарелки 3. Верхний предел измерения ГПМ типа МП-60 составляет 60 кгс/см^2 (6 МПа), номинальное значение площади сечения поршня $0,5 \text{ см}^2$, предел допускаемой основной относительной погрешности составляет 0,02 %.

Порядок выполнения работы

1. Открыть вентиль грузопоршневой колонки 10, вентиль поверяемого манометра 11, вентиль емкости с рабочей жидкостью 13. При этом давление в гидросистеме станет равным атмосферному.
2. Для удаления воздуха из системы ввести поршень 6 в цилиндр 7 до упора вращением рукоятки 9 по часовой стрелке.
3. Заполнить гидросистему рабочей жидкостью вращением рукоятки 9 против часовой стрелки до упора.
4. Закрыть вентиль емкости с рабочей жидкостью 13.
5. На грузоприемную тарелку 3 положить грузы 3 в таком количестве, чтобы суммарное давление грузов было численно равно давлению, соответствующему проверяемой отметке p_1 (значения давления грузов нанесены на их поверхность).
6. Вращая рукоятку 9 гидравлического пресса по часовой стрелке, добиться подъема поршня 2 с грузами 14 до совпадения рисок, нанесенных на стойке 15 и на ребре грузоприемной тарелки 3.
7. Значение, соответствующее суммарному давлению грузов ГПМ, занести в первый столбец протокола поверки (Приложение 1).
8. Показания поверяемого манометра занести во второй столбец протокола поверки.
9. Повторить пп. 5–9 для значений давления p_2 – p_6 (выполнить прямой ход).
10. Повторить пп. 5–9 для значений давления p_6 – p_1 (выполнить обратный ход).

Таблица 1

Варианты индивидуальных заданий

№ вар.	Проверяемые отметки шкалы					
	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6
1	0	5	10	15	20	25
2	1	4	7	10	13	16
3	2	4	6	8	10	12

4	2	6	10	14	18	22
5	4	6	8	10	12	14
6	6	8	10	12	14	16
7	5	8	11	14	17	20
8	4	7	15	18	20	24
9	2	6	10	14	18	22
10	3	5	7	9	11	13

11. После поверки, вращая рукоятку 9 гидравлического пресса против часовой стрелки, снизить давление до нуля.
12. Открыть вентиль 13 емкости с рабочей жидкостью 12.
13. Вытеснить рабочую жидкость в емкость 12, вращая рукоятку 9 до упора по часовой стрелке.

Порядок обработки экспериментальных данных

1. Определить основную абсолютную погрешность прямого хода поверяемого манометра для каждой проверяемой отметки по формуле:

$$\Delta_{nx} = P_{nx} - P_0, \quad (1)$$

где P_{nx} – показания поверяемого манометра (прямой ход), кгс/см² (МПа); P_0 – показания грузопоршневого манометра, кгс/см² (МПа).

2. Определить основную абсолютную погрешность обратного хода поверяемого манометра для каждой проверяемой отметки по формуле:

$$\Delta_{ox} = P_{ox} - P_0, \quad (2)$$

где P_{ox} – показания поверяемого манометра (обратный ход), кгс/см² (МПа).

3. Определить основную приведенную погрешность для каждой проверяемой отметки шкалы для прямого и обратного хода по формулам:

$$\gamma_{nx} = \frac{\Delta_{nx}}{P_k - P_n} \cdot 100, \quad (3)$$

$$\gamma_{ox} = \frac{\Delta_{ox}}{P_k - P_n} \cdot 100, \quad (4)$$

где P_k, P_n – конечное и начальное значения шкалы поверяемого манометра соответственно, кгс/см² (МПа).

4. Определить вариацию показаний прибора по формуле:

$$V = |P_{nx} - P_{ox}|. \quad (5)$$

5. Определить приведенную вариацию показаний прибора по формуле:

$$W = \frac{V}{P_k - P_n} \cdot 100. \quad (6)$$

6. Определить допускаемые значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации:

$$\gamma_{\text{доп}} = W_{\text{доп}} = K,$$

где K – класс точности поверяемого манометра, %.

7. Сравнить наибольшие значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации с допускаемыми значениями, сделать вывод о пригодности поверяемого прибора к измерениям. Прибор считается годным, если выполняются неравенства:

$$\gamma_{\text{max}} \leq \gamma_{\text{доп}}, \quad (7)$$

$$W_{\text{max}} \leq W_{\text{доп}}. \quad (8)$$

8. В одной системе координат построить следующие графики:

- зависимости значений давления, соответствующих проверяемым отметкам шкалы, от значений давления, соответствующих показаний ГПМ;
- зависимости значений давления, соответствующих показаниям поверяемого манометра при обратном ходе, от значений давлений, соответствующих показаний ГПМ;
- зависимости значений давления, соответствующих показаниям поверяемого манометра при обратном ходе, от значений давлений, соответствующих показаний ГПМ.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) теоретические сведения о принципе работы деформационных манометров и методике их поверки;
- 2) описание лабораторной установки;
- 3) порядок выполнения работы;
- 4) порядок обработки экспериментальных данных;
- 5) графики искомых зависимостей;
- 6) протокол поверки;
- 7) ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип работы деформационных манометров с одновитковой трубчатой пружиной.

2. Каким образом выбирается эталонный манометр для поверки технического манометра?
3. Определите тип погрешности поверяемого манометра.
4. Какие метрологические характеристики определяются в ходе поверки прибора?
5. Назовите наименьшее число проверяемых отметок при поверке технического манометра класса точности 1,5.

Приложение 1

Протокол № _____

« _____ » _____ Г.

поверки _____, принадлежащего _____.
(наименование устройства) (наименование организации)

Тип _____, № _____. Пределы измерений _____,

класс точности _____.

Образцовые приборы: _____
(тип, номер)

(пределы измерений, класс точности)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ И ВАРИАЦИИ

Показания эталонного прибора, кгс/см ² (МПа)	Показания поверяемого манометра, кгс/см ² (МПа)		Основная аб- солютная по- грешность прибора, кгс/см ² (МПа)		Основная приведенная погрешность, %		Вариация показаний прибора, кгс/см ² (МПа)	Вариация показаний прибора, %
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход		

Наибольшая приведенная погрешность
прибора _____
(ед. изм.)

Допускаемая приведенная погрешность
прибора _____
(ед. изм.)

Наибольшая приведенная вариация
Показаний прибора _____
(ед. изм.)

Допускаемая приведенная вариация по-
казаний прибора _____
(ед. изм.)

Вывод: _____.
(прибор годен/ не годен для измерений)

Учебное издание

АТРОШЕНКО Юлиана Константиновна
КРАВЧЕНКО Евгений Владимирович

Подписано к печати 12.11.2013. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.

Заказ . Тираж 5 экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru