

## Лабораторная работа

### ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И РАСХОДА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

#### 2.1. Цель работы

Изучение основных методов измерений давления и расхода жидкостей и газов и ознакомление с измерительными приборами.

#### 2.2. Задачи работы

Ознакомление с приборами, установленными в лаборатории, и с принципами их устройства; снятие показаний приборов; зарисовка схем измерений и принципиальных схем устройства основных приборов.

#### 2.3. Основные сведения, устройство и принцип работы приборов

В качестве рабочего тела в тепловых машинах и аппаратах применяются различные жидкости и газы. Для оценки состояния термодинамической системы необходимо измерять такие параметры, как давление и расход рабочего тела. Для этого применяются различные манометры, вакуумметры и расходомеры.

##### 2.3.1. Приборы для измерения давления

Приборы для измерения давления по принципу действия делят на 4 основные группы: жидкостные, измеряющие давление высотой уравнивающего столба жидкости; пружинные, где давление оценивают по деформации различного рода упругих элементов; грузо-поршневые, в которых измеряемое давление уравнивается давлением, создаваемым массой грузов и поршня; электрические, работа которых основана на зависимости электрических параметров преобразователя от измеряемого давления.

**Жидкостные манометры** (рис. 2.1) используются для измерения небольших значений избыточных давлений, вакуума или разности давлений. Эти приборы просты по устройству, однако дают точные показания. Они бывают двух видов: U-образные и чашечные (рис 2.1)

Рабочей жидкостью в манометрах может быть дистиллированная вода, ртуть, этиловый спирт, толуол и др.

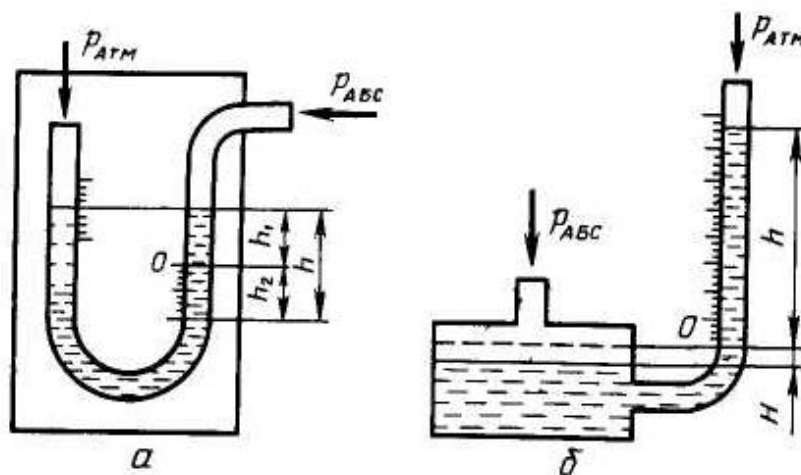


Рис. 2.1. Жидкостные манометры:

а) U-образный двухтрубный; б) чашечный однотрубный

В U-образном манометре избыточное давление или разрежение ( $P_{\text{а}}$ ) уравнивается столбом жидкости  $h$  (м) и определяется по формуле:

$$P = h \cdot g \cdot (\rho - \rho_{CP}) \quad (2.1)$$

Где  $\rho$  – плотность рабочей жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{CP}$  – плотность среды над рабочей жидкостью, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Величину отсчитывают по двум уровням по обе стороны от нулевого деления шкалы.

В чашечном манометре давление измеряется положением уровня жидкости в одной узкой трубке, а изменением высоты жидкости в широком сосуде обычно пренебрегают, но если отношение сечений измерительной трубки и сосуда  $f/F > 0,01$ , то формула приобретает вид:

$$P = h \cdot \rho \cdot g(1 + f/F) \quad (2.2)$$

**Пружинные манометры** (рис. 2.2). В пружинных приборах чувствительными элементами могут быть: трубчатые одно- или многовитковые пружины, мембраны, мембранные коробки и сильфоны.

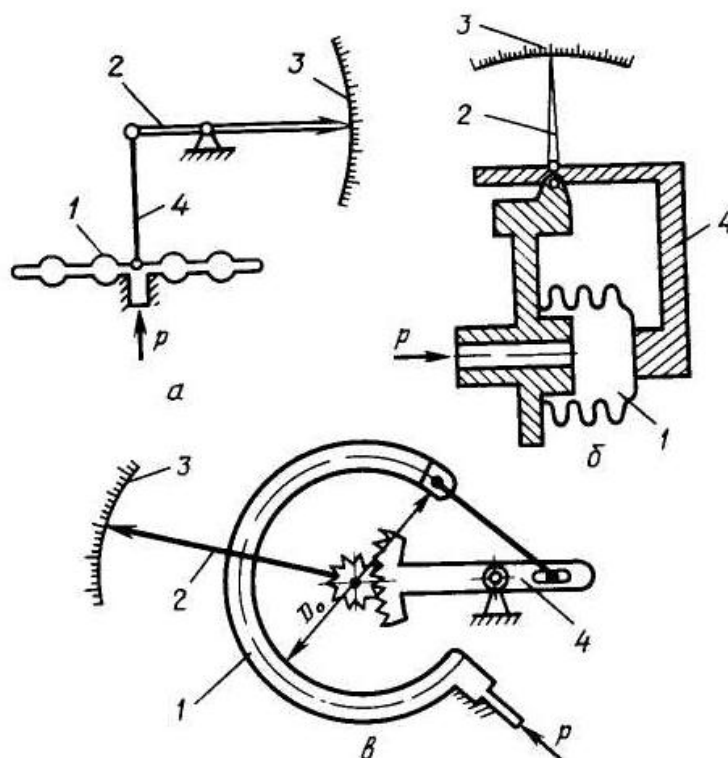


Рис. 2.2. Деформационные манометры:

а) пружинный; б) сильфонный; в) трубчато-пружинный;

1 – измерительный элемент, 2 – указатель, 3 – шкала, 4 – рычаг

Аналогичны по устройству трубчатые вакуумметры и мановакуумметры.

### 2.3.2. Приборы для измерения расхода веществ

Очень удобен для непосредственного измерения расхода газов или прозрачных жидкостей ротаметр (рис. 2.3), являющийся расходомером обтекания. Перепад давления в нем сохраняется постоянным, а проходное сечение ротора (подвижного сопротивления), витающего в потоке измеряемой среды, изменяется прямо пропорционально расходу. В зависимости от скорости потока ротор устанавливается на определенной высоте в стеклянной конической (расширяющейся кверху) трубке ротаметра, показывая значение расхода на протарированной шкале. На цилиндрическом пояске ротора сделаны косые прорезы для того, чтобы он, вращаясь под действием потока, центрировался в трубке прибора.

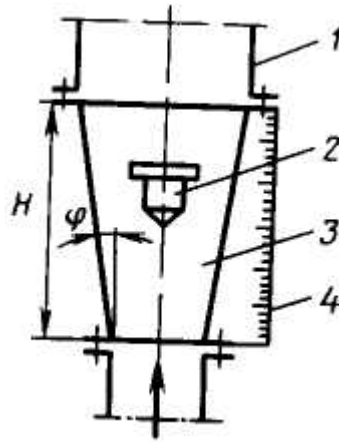


Рис. 2.3. Ротаметр: 1 – трубопровод; 2 – поплавок; 3 – корпус; 4 – шкала

Стеклянным ротаметром можно пользоваться в установках, имеющих вертикальные участки трубопроводов, если давление измеряемой среды не превышает 0,6 МПа, а температура не более 50°C. Изготавливаются и металлические ротаметры, более сложные по устройству. Показания ротора в них передаются на расстояние посредством электрической или пневматической системы передачи.

Расход жидкостей измеряют также при помощи скоростных счетчиков-расходомеров (рис 2.4а). Вращение крыльчатки или винтовой вертушки в них через редукторный механизм передается на счетчик прибора, показывающим расход жидкости (обычно в м<sup>3</sup>/ч).

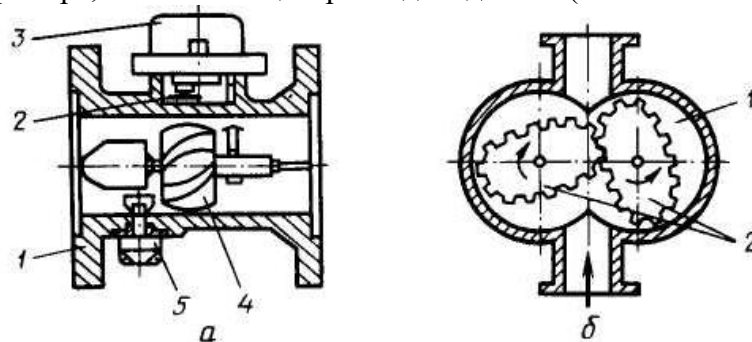


Рис. 2.4. Тахометрические расходомеры:

- а) турбинный: 1 – корпус, 2 – передаточный счетный механизм, 3 – тахогенератор, 4 – турбина, 5 – устройство для регулирования точности; б) камерный с овальными шестернями: 1 – камера, 2 – шестерни

Крыльчатые расходомеры применяют для измерения малых расходов жидкостей (до 9,5 м<sup>3</sup>/ч.).

Объемные счетчики (рис 2.4б) показывают суммарный расход вещества за данное время. Жидкость или газ приводит в движение поршень или овальные шестерни (у счетчиков жидкости), или роторы (у счетчиков газа), которые кинематически связаны с суммирующим счетным механизмом прибора.

Широко применяют в лабораторной практике и в производственных условиях измерения расхода жидкости с помощью мерных баков, оборудованных указательными стрелками и шкалами, градуированными в единицах массы или объема, а также различные весовые расходомеры. По разности показаний в начале и конце периода измерения определяют расход вещества.

## 2.4. Проведение работы

В ходе работы студенты знакомятся под руководством преподавателя с назначением и устройством измерительных приборов, принципами их действия, снимают показания приборов, установленных в лаборатории.

## 2.5. Оформление отчета

Отчет по работе должен включать цель работы, задачи работы, перечень и краткое описание основных способов измерения давления и расхода жидкостей и газов, схемы устройства основных приборов, запись выполненных измерений. Измеряемые величины сводятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Измеренные величины

| Измерительный прибор | Единица измерения | Показания прибора |
|----------------------|-------------------|-------------------|
|                      |                   |                   |

## 2.6. Контрольные вопросы

1. Дать определение давления газа. Какие виды давления бывают?
2. Используя схему рассказать принцип действия жидкостного манометра.
3. Что такое ротаметр, каков принцип его работы, в каких случаях он применяется?
4. Привести примеры пружинных манометров.