Лабораторная работа № 2.

Методы измерения гидростатического давления.

Цель работы:

1. Определить цену деления стрелочного манометра в атмосферах, Н/м2, Па, мм.рт.ст, учитывая, что манометр имеет 100 элементарных делений.
2. Определить плотность второй жидкости, считая, что в левом дифференциальном пьезометре – вода.

Этапы работы:

1. С помощью насоса создать давление.
2. Зафиксировать показания манометра.
3. Снять показания левого и правого пьезометра с помощью линейки.
4. Вычислить давление по высоте водяного столба левого пьезометра, вычислить цену деления стрелочного манометра.
5. Вычислить плотность жидкости правого пьезометра.
6. Привести установку в исходное состояние, выполнить действия по пп.1-5 не менее 3-х раз.
7. Вычислить среднее значение всех параметров.

Объект исследования: Виртуальная установка для определения гидростатического давления.
(Разработчик: Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, кафедра ПиАПП.)

Методы исследования: Пуски лабораторной установки, измерение значений наблюдаемых параметров, расчет вычисляемых параметров.

Ход работы:
Выполняем поэтапно 1-3. С помощью насоса в ограниченном объеме создается соответствующее давление, которое фиксируется манометром, а также двумя дифференциальными пьезометрами, заполненными: левый - водой, правый - жидкостью неизвестной плотности (рис.1).

Определяем значения следующих параметров: количество единиц манометра, высоту столба жидкости в левом и правом дифференциальных пьезометрах, и заносим их в Таблицу 1 «Результаты измерений и расчетов».

Приступаем к вычислению давления по высоте водяного столба левого пьезометра и вычислению цены деления стрелочного манометра. (См. Приложение П.1). Заносим полученные данные в Табл. №1. Теперь зная цену деления манометра, вычисляем плотность жидкости правого пьезометра (расчеты приведены в Приложении П.2), используя зависимость давления от плотности:

P=р/(hE\*g)

Заносим полученные результаты в табл. №1.

Приводим установку в исходное состояние и повторяем действия по этапам 1-5 3 раза (Расчеты см. Приложение П.1, П.2). Затем находим среднее всех рассчитанных параметров (см. Приложение П.3). Заносим измерения в табл.1.



Рисунок 1. Схема виртуальной лабораторной установки для определения гидростатического давления

Таблица 1. Результаты измерений и расчетов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №опыта | Манометр. единиц | Δhв, м | Δhн, м | ρн, кг/м3 | Цена деления манометра |
| Н/м2 | атм. | Па | мм.рт.ст |
| 1 | 24 | 29 | 12 | 413,79 | 4905 | 0,05 | 4905\*103 | 36,75 |
| 2 | 52 | 62 | 24 | 387,098 | 4527,71 | 0,046154 | 4527,71\*103 | 33,92 |
| 3 | 80 | 96 | 37 | 385,417 | 4537,125 | 0,04625 | 4537,125\*103 | 33,99 |
| Среднее значение | 395,435 | 4656,612 | 0,047468 | 4656,612\*103 | 34,886 |

Приложение

*П 1. Вычисление давления по высоте водяного столба левого пьезометра и вычисление цены деления стрелочного манометра.*

Высота жидкости в пьезометре измеряется по следующей формуле:

h=pизб/pg

Для измерения давления, равного одной атмосфере (9,81.104 Па), потребуется пьезометр с высотой трубки, заполняемой водой (плотность воды 1000 кг/м3при температуре t=20 oC):

h=9,81.104/(1000\*9,81)=10м

Давление в одну атмосферу можно выразить через другие единицы измерений:

1 атмосфера техническая (1 am) = 735,6 мм.рт.ст. = 10 м.вод.ст. = 1 кгс/см2 = 10 000 кгс/м2 = 98 100 н/м2 (Па).

Используя зависимость, вычисляем цену деления манометра ((3) на Рис.1). Для этого составляем пропорцию.

I. Устанавливаем сколько атмосфер соответствует измеренной высоте водного столба hH=12 м;24 м; 37 м.

1) 1 атм - 10 м вод.ст.
Х атм - hH=12 м
Х1=(12\*1)/10=1,2 атм=117720 н/м2(Па)=882 мм.рт.ст.
2) Х2=(24\*1)/10=2,4 атм=235440 н/м2(Па)=1765 мм.рт.ст.
3) Х3=(37\*1)/10=3,7 атм=362970 н/м2(Па)=2721 мм.рт.ст.

II. Устанавливаем сколько укладывается атм, Н/м2 (Па) и мм.рт.ст. в одном делении манометра, т.е. определим цену деления манометра (обозначим ее буквой а) и находим среднее значение. Заносим результаты в табл.1.

1. а1=1,2/24=0,05 атм=4905 Н/м2=4905\*103(Па)=36,75 мм.рт.ст.;
2. а2=2,4/52=0,046154 атм=4527,71 Н/м2=4527,71 \*103 (Па)=33,92 мм.рт.ст.;
3. а3=3,7/80=0,04625 атм=4537,125 Н/м2=4537,125 \*103 (Па)=33,99 мм.рт.ст.;
Заносим результаты в Табл. №1.

*П 2. Вычисление плотности жидкости правого пьезометра*

Зная цену деления теперь можно определить плотность неизвестного вещества в правом пьезометре.

P=р/(hE\*g)

Имеем:
Р1=24\*4905 Н/м2=117720 Н/м2,
Р2=52\*4527,71 Н/м2=235440,92 Н/м2,
Р3=80\*4537,125 Н/м2=362970 Н/м2,
g=9,81 м/с2,
hЕ1=29 м,
hЕ1=62 м,
hЕ1=96 м
Получаем
P1=117720/(29\*9,81)=413,79 кг/м3,
P2=235440,92 /(62\*9,81)=387,098 кг/м3,
P3=362970/(96\*9,81)= 385,417 кг/м3.
Заносим полученные данные в табл.1

*П 3. Расчет средних значений рассчитанных параметров.*
I.Рассчитываем средние значения параметров для цены деления:

атмср=(0,05+0,046154+0,04625)/3=0,047468 атм.
Н/м2ср=(4905+4527,71+4537,125)/3=4656,612 Н/м2;
Паср=(4905\*103+4527,71\*103+4537,125\*103)/3=4656,612 \*103 Па;
мм.рт.ст.ср=(36,75+33,92+33,99)/3=34,88667 мм.рт.ст.
Pср=(413,79+387,098+385,417)/3=395,435 кг/м3=0,395435\*103 кг/м3
Заносим значения в Таблицу № 1 «Результаты измерений и расчетов».

Вывод:
В ходе проведенной лабораторной работы мы установили цену деления стрелочного манометра в атмосферах, Н/м2, Па, мм.рт.ст.: 1деление=0,047468 атм=4656,612 Н/м2=4656,612 \*103Па=34,88667 мм.рт.ст. На основе расчетов цены деления и того, что в левом пьезометре вода, рассчитали плотность жидкости находящейся в правом пьезометре P=0,395435 \*103 кг/м3. В ходе выполнения работы изучили способ измерения плотности неизвестной жидкости с помощью дифференциального пьезометра, заполненного водой.