

Ход атмосферного давления, в Москве, в феврале 2004 года.  
(H=250 м)



## **Лекция 5. Измерение атмосферного давления**

---

### **Способы измерения давления:**

- 1. Жидкостные (ртутные) барометры.**
- 2. Деформационный барометр-анероид.**
- 3. Гипсотермометры.**
- 4. Газовые барометры.**
- 5. Барометр рабочий сетевой БРС.**
- 6. Измерители пониженного давления (вакуумметры).**

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

### Гипсотермометры.

Гипсотермометры определяют давление по температуре кипения воды или иной жидкости.

Кипение воды происходит, когда давление насыщения равно атмосферному давлению.

Давление насыщения связано с температурой формулой Магнуса:

$$E = E_0 \cdot 10^{\frac{7,63(T-273,15)}{T-31,25}}$$

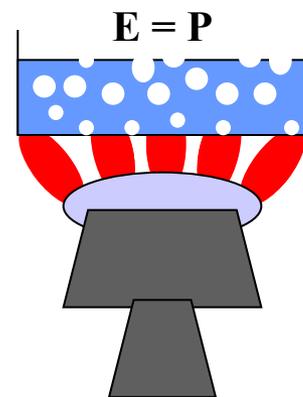


Рис. 5.1

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

$$E = E_0 \cdot 10^{\frac{7,63(T-273,15)}{T-31,25}}$$

где  $E_0 = 6,107$  гПа – давление насыщения при  $0^{\circ}$  С,

$T$  – температура в кельвинах.

Если давление не сильно отличается от нормального, то можно пользоваться эмпирической формулой:

$$P = 760 + \frac{t - 100}{0,0375} \quad \text{мм. рт. столба}$$

Отсюда выразим  $t$  :

$$t = 100 + 0,0375(p - 760)$$

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

$$t = 100 + 0,0375(p - 760)$$

**Тогда чувствительность гипсотермометра:**

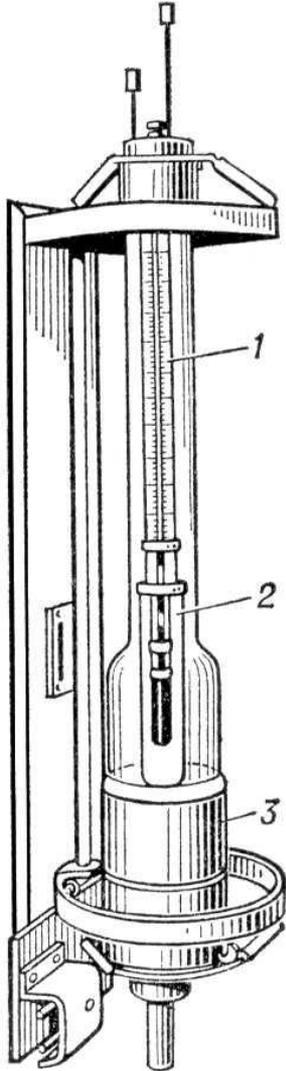
$$S = \frac{dt}{dp} = 0,0375K / mm$$

**Т.е. для измерения с точностью 1мм нужно измерить температуру с точностью  $0,0375^{\circ}$  .**

**В гипсотермометрах применяются термометры, дающие точность до  $0,01^{\circ}$  .**

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---



**1 – термометр,**

**2 – сосуд с водой или иной жидкостью  
(фреон, сероуглерод),**

**3 – нагревательный элемент.**

**Иногда шкала термометра калибруется в  
единицах измерения давления.**

Рис. 5.2. Гипсотермометр

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

### Преимущества гипсотермометра

1. Отсутствие мембранной коробки и связанных с ней погрешностей.
2. Высокая точность измерений.
3. Малые размеры.

### Недостатки гипсотермометра

1. Сложность изготовления и длительность измерения.

Гипсотермометр часто используют в горах для измерения давления и связанной с ним высоты точки измерения.

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

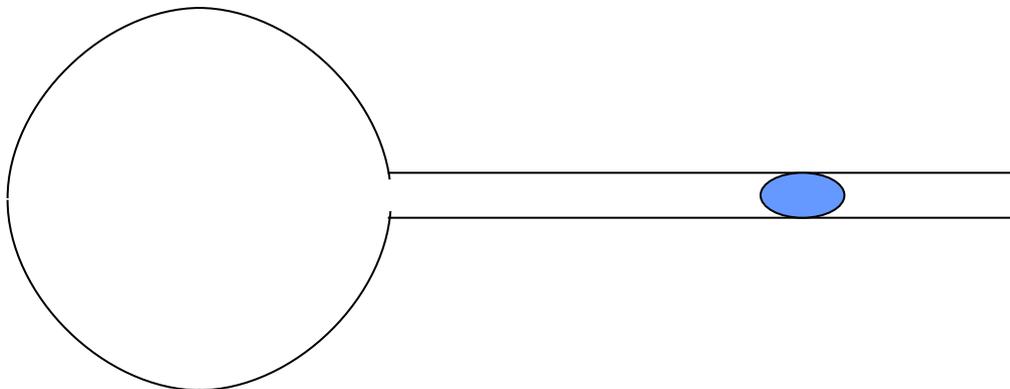
---

### Газовые барометры.

Газовые барометры основаны на изменении объема воздуха при изменении давления.

$$PV = \frac{M}{\mu} RT$$

Устройство газового барометра:



При увеличении давления пузырек смещается влево.

Рис. 5.3. Газовый барометр

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

**Чувствительность газового барометра:**

$$V = \frac{M}{P\mu} RT$$

$$S = \frac{dV}{dP} = -\frac{M}{P^2\mu} RT$$

**Чувствительность увеличивается при росте температуры и уменьшении давления.**

**Как зависит чувствительность газового барометра от объема резервуара и от радиуса трубки с пузырьком?**

**Какие еще можно предложить способы измерения объема резервуара?**



# Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

## Погрешности газового барометра.

### 1. Влияние температуры воздуха.

Способы ликвидации.

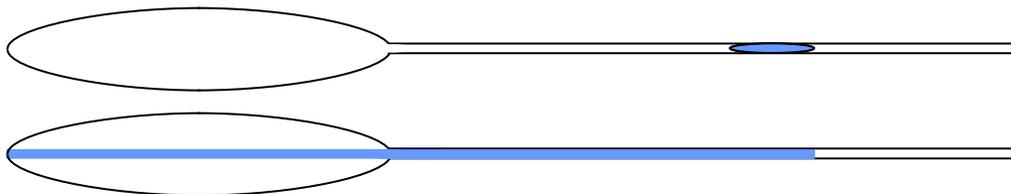
**1.1.** Термостатирование измерительного объема.  
Недостаток – техническая сложность осуществления.

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

### 1.2. Компенсация влияния температуры.

– измерение разности расстояния между пузырьком и столбиком ртутного термометра.



При изменении температуры пузырек и ртутный столбик передвигаются на равное расстояние.

При изменении давления передвигается только пузырек.

– измерение температуры объема и введение поправки при цифровой обработке сигнала.

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

---

### Барометр рабочий сетевой БРС.

Барометр БРС-1 был изобретен в 80-х годах XX века.

Датчик БРС-1 - электрический конденсатор (рис. 4.3.1). Его металлические пластины изолированы друг от друга кольцом из диэлектрика (1).

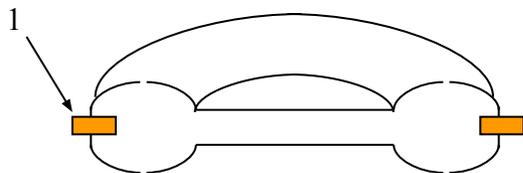


Рис.5.4. Датчик барометра БРС в разрезе.

Полость конденсатора изолирована от окружающего воздуха. Внутри полости – вакуум.

При изменении давления изменяется расстояние между пластинами, а значит, емкость конденсатора.

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления

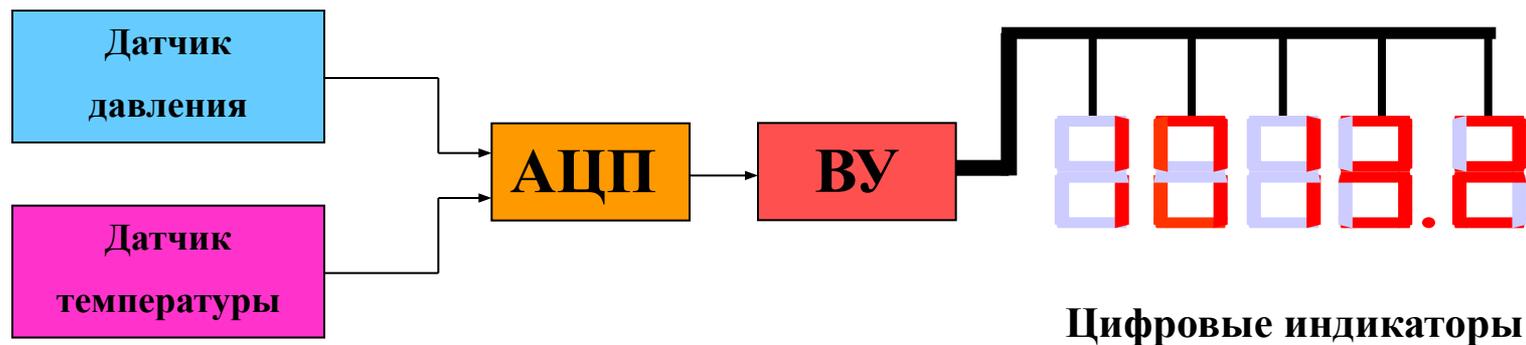


Рис. 5.5. Блок-схема барометра БРС.

Сигналы с датчика давления и температуры переводятся в цифровую форму с помощью АЦП. Аналого-цифровое устройство (АЦП) преобразует аналоговый сигнал в цифровой. Выход АЦП измеряется с помощью электронного преобразователя в устройство. Оба сигнала поступают на малогабаритное вычислительное устройство (ВУ). Оно осуществляет окончательный расчет температурной погрешности. Барометр содержит датчик температуры для ликвидации температурной погрешности. величина давления с учетом погрешности датчика.

## Лекция 5. Измерение атмосферного давления



**Рис. 5.6. Внешний вид барометра БРС-1.**