

# Измерение давления

- Давление – величина, характеризующая интенсивность сил, действующих на какую-либо часть поверхности тела по направлениям, перпендикулярным этой поверхности.

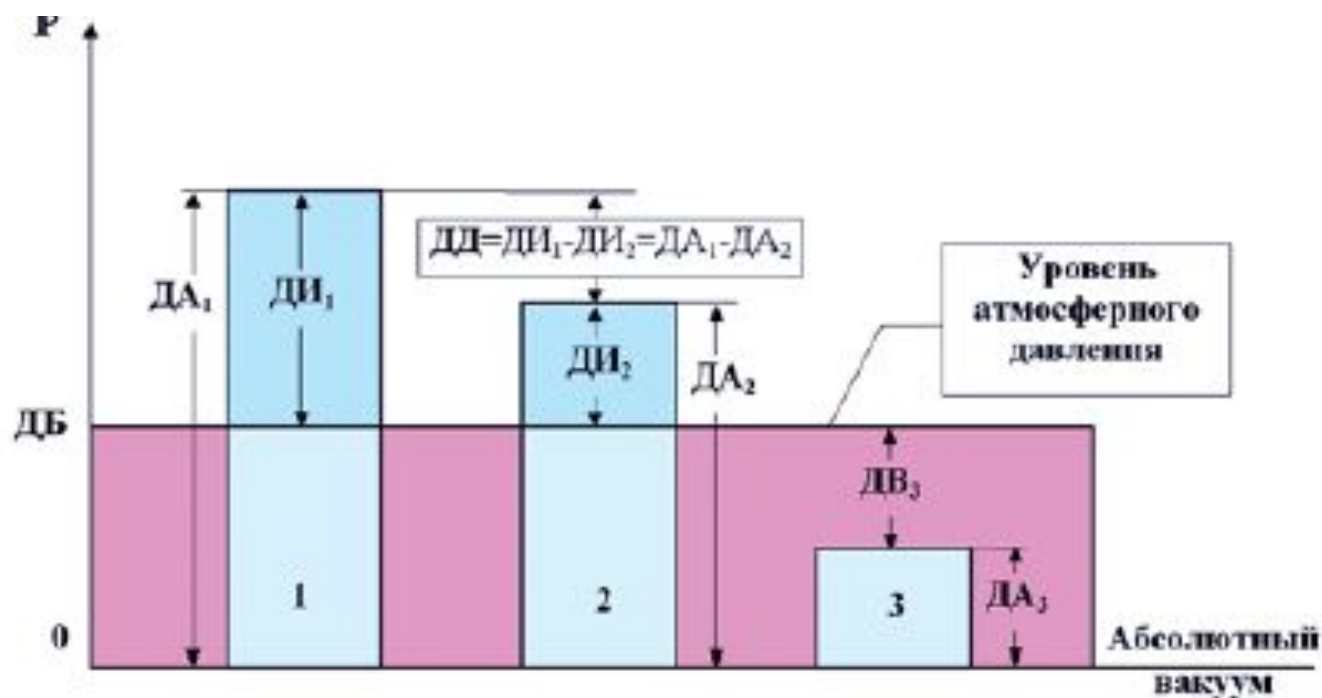
$$P = F / S$$

P – давление, Па;

F – сила, Н;

S – площадь поверхности, м<sup>2</sup>

# Виды измеряемых давлений



Условные обозначения:

- Р — давление,
- ДБ — давление барометрическое,
- ДА — давление абсолютное,
- ДИ — давление избыточное,
- ДВ — давление вакуумметрическое,
- ДД — давление дифференциальное.

- **Абсолютное давление  $P_a$**  - это давление внутри какой-либо системы, под которым находится газ, пар или жидкость, отсчитываемое от абсолютного нуля.

- **Атмосферное давление  $P_{\text{атм}}$  – это гидростатическое давление, оказываемое атмосферой на все находящиеся в ней предметы.**
- За нормальное атмосферное давление принимают давление, равное 100 кПа (760 мм рт.ст.), такая величина называется *физической атмосферой*.

- **Избыточное давление  $P_{\text{изб}}$**  – разность между абсолютным давлением и атмосферным давлением

$$P_{\text{изб}} = P_{\text{а}} - P_{\text{атм}}$$

- Разность между атмосферным давлением и абсолютным давлением внутри вакуумной системы называется **вакуумметрическим давлением**  $P_{\text{вак}}$

$$P_{\text{вак}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{а}}$$

**Статическое давление** – это давление, зависящее от запаса потенциальной энергии газовой или жидкостной среды; определяется статическим напором. *Статическое давление может быть избыточным или вакуумметрическим, в частном случае может быть равно атмосферному.*



**Динамическое давление** – это давление, обусловленное скоростью движения потока газа или жидкости.

*Динамическое давление определяется через скоростной (динамический) напор по формуле:*

$$p_d = \rho v^2 / 2$$

$p_d$  – динамическое давление

$\rho$  – плотность движущегося вещества;

$v$  – скорость движущегося потока

**Полное давление** движущейся среды  
слагается из статического и динамического  
давлений:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{ст}} + P_{\text{д}}$$

# МАНОМЕТРЫ

По принципу действия

Жидкостные

Однотрубные

U-образные

Двухчашечные

Деформационные

Трубчатые

Мембранные

Сильфонные

Электрические

Резистивные

Емкостные

Пьезоэлектрические

Грузопоршневые

По виду давления

Избыточного давления

Баровакуумметры

Абсолютного давления

Барометры

Вакуумметры

Мановакуумметры

Дифманометры

По применению

Промышленные

Лабораторные

Образцовые

Специальные

Эталонные

По отображению

Прямопоказывающие

Сигнализирующие

Регистрирующие

**Таблица 1. Таблица соответствия единиц давления**

| Системы единиц | Единицы давления                          | Па (Pa)                  | кгс/см <sup>2</sup> (at) | бар (bar)                |
|----------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| СИ (SI)        | 1 Па=1 н/м <sup>2</sup>                   | 1                        | 1,01972×10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-5</sup>         |
| МКГСС          | 1 ат=1 кгс/см <sup>2</sup>                | 0,980665×10 <sup>5</sup> | 1                        | 0,980665                 |
| Внесистемные   | 1 бар=10 <sup>6</sup> дин/см <sup>2</sup> | 10 <sup>5</sup>          | 1,01972                  | 1                        |
|                | 1 атм=760 мм рт.ст.                       | 1,01325×10 <sup>5</sup>  | 1,0332                   | 1,01325                  |
|                | 1 мм рт. ст.                              | 133,322                  | 1,35951×10 <sup>-3</sup> | 1,33322×10 <sup>-3</sup> |
|                | 1 мм вод. ст.                             | 9,80665                  | 10 <sup>-4</sup>         | 9,80665×10 <sup>-5</sup> |
|                | 1 psi=1 lbf/in <sup>2</sup>               | 6,894×10 <sup>3</sup>    | ⊕0,07                    | 6,894×10 <sup>-2</sup>   |

| Системы единиц | Единицы давления                          | атм (atm)                | мм рт. ст. (mm Hg)      | мм вод. ст. (mm H <sub>2</sub> O) | пси (psi)              |
|----------------|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| СИ (SI)        | 1 Па=1 н/м <sup>2</sup>                   | 0,98692×10 <sup>-5</sup> | 750,06×10 <sup>-5</sup> | 0,101972                          | 1,45×10 <sup>-4</sup>  |
| МКГСС          | 1 ат=1 кгс/см <sup>2</sup>                | 0,96784                  | 735,563                 | 10 <sup>4</sup>                   | 14,223                 |
| Внесистемные   | 1 бар=10 <sup>6</sup> дин/см <sup>2</sup> | 0,98692                  | 750,06                  | 1,01972×10 <sup>4</sup>           | 14,5                   |
|                | 1 атм=760 мм рт.ст.                       | 1                        | 760                     | 1,0332×10 <sup>4</sup>            | 14,696                 |
|                | 1 мм рт. ст.                              | 1,31579×10 <sup>-3</sup> | 1                       | 13,5951                           | 0,019337               |
|                | 1 мм вод. ст.                             | 9,67841×10 <sup>-5</sup> | 7,3556×10 <sup>-2</sup> | 1                                 | 1,422×10 <sup>-3</sup> |
|                | 1 psi=1 lbf/in <sup>2</sup>               | 0,068                    | 51,715                  | 703,08                            | 1                      |

Техническая система единиц  
МКГСС (метр, килограмм-сила,  
секунда)

- $\text{кгс}/\text{м}^2$  и  $\text{кгс}/\text{см}^2$
- $\text{кгс}/\text{см}^2$  - **техническая**, или  
**метрическая атмосфера (ат)**.

# Физическая система единиц СГС (сантиметр, грамм, секунда)

- Единица измерения давления **бар** ( $1 \text{ бар} = 1 \text{ дин/см}^2$ ) ;
- **Физическая**, или нормальная **атмосфера** (атм), эквивалентна уравнивающему столбу **760** мм рт.ст.

- В англоязычных странах широко распространена единица давления **пси** ( $\text{psi} = \text{lbf}/\text{in}^2$ ) – **фунт силы на квадратный дюйм** (1 фунт = 0,4536 кг). При измерении абсолютного и избыточного давления используются соответственно обозначения **psia** (**absolute** – абсолютный) и **psig** (**gage** – избыточный)

- Для приблизительных оценок и расчетов давления с относительной погрешностью не более **0,5 %** используют следующие соотношения:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ат} &= 1 \text{ кгс/см}^2 = 10^4 \text{ кгс/м}^2 = 0,97 \text{ атм} \\ &= 0,98 \times 10^3 \text{ мбар} = 0,98 \text{ бар} = 10^4 \text{ мм} \\ \text{вод.ст.} &= 10 \text{ м вод.ст.} = 735 \text{ мм рт.ст} = \\ &0,98 \times 10^5 \text{ Па} = 98 \text{ кПа} = 0,098 \text{ МПа} \end{aligned}$$



- С ошибкой в **2 %** можно пренебречь разницей между технической атмосферой, стандартной атмосферой (баром) и десятой частью мегапаскаля (**1 ат = 1 бар = 0,1 МПа**),
- С ошибкой в **3 %** - разницей между технической и физической атмосферами (**1 ат = 1 атм**)

# ДАВЛЕНИЕ

Виды

Абсолютное

Избыточное

Вакуумметрическое

Атмосферное

манометры  
абсолютного  
давления

манометры

мановакуумметры

вакуумметры

барометр  
ы

средства

измерения

МЕТОДЫ

основаны на сравнении сил измеряемого давления с силами:

давления столба жидкости соответствующей  
высоты;

развиваемыми при деформации упругих  
элементов ;

тяжести грузов;

упругими силами, возникающими при  
деформации некоторых материалов и  
вызывающими электрические эффекты.

жидкостные

деформационные

грузопоршневые

электрические

