

Занятие №2 Гидростатическое давление

Задание на урок.

Изучить (законспектировать) основные понятия гидравлики.

Ответить на вопросы:

-что такое гидростатическое давление

- в каких единицах оно измеряется

Литература

Лепёшкин А.В. Гидравлические и пневматические системы

Занятие № Гидростатическое давление

1. Понятие о гидростатическом давлении.

Гидростатика – раздел гидравлики, изучающий законы равновесия жидкости.

Когда жидкость находится в равновесии, т.е. в состоянии покоя, то она характеризуется свойствами, очень близкими к свойствам идеальной жидкости. Вследствие этого все задачи гидростатики, рассматриваемые с использованием понятия об идеальной жидкости, решаются с большой точностью.

Жидкость, находящаяся в покое, подвергается действию внешних сил 2^х категорий:

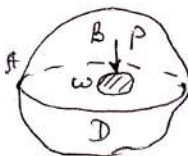
- массовые силы, пропорциональные массе жидкости; это силы тяжести и силы инерции;

- поверхностные силы, действующие на поверхность объема жидкости (давление поршня, атмосферное давление, давление пара в паровом котле и т.д.).

На практике, как правило, внешние силы бывают известны, а силы, возникающие внутри жидкости, являются предметом изучения гидростатики.

Когда жидкость находится в равновесии, то под действием внешних сил в жидкости создается гидростатическое давление.

Рассмотрим некоторый объем покоящейся жидкости, находящейся в сосуде произвольной формы. Мысленно разделим этот сосуд на две части произвольной плоскостью ABCD и отбросим верхнюю часть. Для сохранения равновесия нижней части к плоскости ABCD необходимо приложить силы, которые заменят действие верхней части объема жидкости на нижнюю. С этой целью возьмем на плоскости произвольную точку и выделим около нее малую площадку. В центре этой площадки приложим силу, представляющую собой равнодействующую всех сил, приложенных к различным точкам площадки.



Если величину силы P разделить на величину площадки ω , то получим среднее значение давления на единицу площади:

$$p_{\text{ср}} = P / \omega .$$

В гидравлике силу P называют суммарной силой гидростатического давления, а P / ω – средним гидростатическим давлением.

Если площадку ω уменьшать, то ее величина будет стремиться к нулю, а среднее гидростатическое давление – к некоторому пределу, выражающему гидростатическое давление в данной точке:

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} P / \omega = p$$

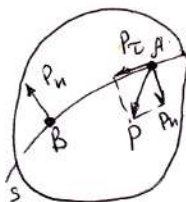
Размерность гидростатического давления – ньютон на квадратный метр (Н/м^2); эту единицу называют паскаль (Па).

$$1 \text{ Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}; \quad 1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$$

2. Свойства гидростатического давления

Первое свойство. Гидростатическое давление всегда направлено по внутренней нормали к площадке, на которую оно действует (к площадке, а не от нее).



Рассмотрим некоторый объем покоящейся жидкости, внутри которого проведена поверхность $S - S$. Возьмем на этой поверхности произвольную точку A . Предположим, что гидростатическое давление в точке A направлено не по нормали к площадке, на которой расположена точка A . В этом случае гидростатическое давление можно разложить на две составляющие: нормальную p_n и касательную p_t к поверхности $S - S$. Учитывая, что жидкость не оказывает сопротивления касательным напряжениям, составляющая p_t должна быть равна нулю и, следовательно, гидростатическое давление может быть направлено только нормально к площадке.

Докажем, что гидростатическое давление может быть направлено только по внутренней нормали. Для этого предположим, что гидростатическое давление направлено по внешней нормали в точке B . Но поскольку жидкость не оказывает сопротивления растягивающим напряжениям, в этом случае частицы ее должны были бы придти в движение, что также противоречит принятому условию о нахождении жидкости в покое. Следовательно, гидростатическое давление может быть направлено только по внутренней нормали, т.е. гидростатическое давление всегда будет давлением сжимающим.

Второе свойство. Гидростатическое давление действует одинаково по всем направлениям, т.е. не зависит от угла наклона площадки, на которую оно действует.

Для доказательства этого свойства выделим в объеме жидкости, находящемся в равновесии, произвольную точку A . Примем эту точку за начало прямоугольных координат и построим около нее бесконечно малый тетраэдр. Силы гидростатического давления, действующие на грани тетраэдра, обозначим P_x, P_y, P_z, P_n .

Из теоретической механики известно, что, если тело находится в равновесии, то суммы проекций на оси x, y, z всех действующих на него сил равны нулю.

Можно математически доказать, что гидростатическое давление действует на все грани бесконечно малого тетраэдра с одинаковой силой и, следовательно, не зависит от угла наклона грани тетраэдра.

Третье свойство. Гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве, т.е. $p = f(x, y, z)$.