Основные понятия и законы гидростатики

Теоретическое занятие

Специальность: 23.02.07 Техническое обслуживание
и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей
ОП 05 Основы гидравлики и теплотехники
Тема 1.1. Основные понятия и законы гидростатики
Преподаватель: Клеменков А.Е.

2022

Основные понятия и законы гидростатики.

Гидростатика

Гидростатика – раздел гидравлики, изучающий законы равновесия жидкостей и их взаимодействие с ограничивающими поверхностями.

Рассмотрим жидкость, находящуюся в состоянии абсолютного равновесия, т.е. в состоянии покоя. Выделим внутри жидкости некоторый бесконечно малый объем ΔV и рассмотрим силы, действующие на него извне.

Существует два вида внешних сил – поверхностные и объемные (массовые).

Поверхностные силы – это силы, действующие непосредственно на внешнюю поверхность выделенного объема жидкости. Они пропорциональны площади этой поверхности. Такие силы обусловлены воздействием соседних объемов жидкости на данный объем или воздействием других тел.

Объемные (массовые) силы пропорциональны массе выделенного объема жидкости и действуют на все частицы внутри этого объема. Примерами объемных сил являются сила тяжести, центробежная сила, сила инерции и др.

Для характеристики внутренних сил, действующих на выделенный объем жидкости введем специальных термин. Для этого рассмотрим произвольный объем жидкости, находящейся в равновесии под действием внешних сил.

Внутри этого объема жидкости выделим очень малую площадку $\Delta\omega$. Действующая на эту площадку сила нормальна (перпендикулярна) к ней, тогда соотношение:

$$p = \frac{\Delta P}{\Delta \omega}$$

представляет собой среднее гидростатическое давление, возникающее на площадке $\Delta\omega$. Иначе, можно охарактеризовать, что под действием внешних сил возникает напряженное состояние жидкости, характеризующееся возникновением гидростатического давления. [1]

---

[1]Брюханов О. Н., Коробко В.И., Мелик-Аракелян А.Т. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики. Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2021.

Чтобы определить точное значение p в данной точке, надо определить предел этого отношения при $\Delta\omega \to 0$, что и определит истинное гидростатическое давление в данной точке:

$$p = \lim_{\Delta\omega \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta\omega}$$

Размерность [p] равна размерности напряжения, т.е. $\frac{\text{сила}}{\text{площадь}}$

[p]= [Па] или [кгс/м^2].

Свойства гидростатического давления

На внешней поверхности жидкости гидростатическое давление всегда направлено по внутренней нормали, а в любой точке внутри жидкости его величина не зависит от угла наклона площадки, на которой оно действует.

Поверхность, во всех точках которой гидростатическое давление одинаково называется поверхностью равного давления. К таким поверхностям относится и свободная поверхность, т. е. поверхность раздела между жидкостью и газообразной средой.[2]

Давление измеряют с целью непрерывного контроля и своевременного регулирования всех технологических параметров. Для каждого технологического процесса разрабатывается специальная режимная карта. Известны случаи, когда при бесконтрольном повышении давления многотонный барабан энергетического котла улетал, словно футбольный мяч, на несколько десятков метров, разрушая все на своем пути. Снижение давления не несет разрушений, но приводит к браку продукции и перерасходу топлива.

[2]Брюханов О. Н., Коробко В.И., Мелик-Аракелян А.Т. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики. Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2021.

Основное уравнение гидростатики

Для любой точки жидкости, находящейся в состоянии равновесия, справедливо равенство:

$$z+p/\gamma = z_0+p_0/\gamma = ... = H,$$

где p - давление в данной точке A (см. рис.); p_0 - давление на свободной поверхности жидкости; p/γ и p_0/γ -высота столбов жидкости (с удельным весом γ), соответствующая давлениям в рассматриваемой точке и на свободной поверхности; z и z_0 - координаты точки A и свободной поверхности жидкости относительно произвольной горизонтальной плоскости сравнения (x0y); H - гидростатический напор. Из вышеприведенной формулы следует:

$$p = p_0+\gamma(z_0-z) \text{ или } p = p_0+\gamma \cdot h$$

где h — глубина погружения рассматриваемой точки. Приведенные выше выражения называется основным уравнением гидростатики. Величина $\gamma \cdot h$ представляет вес столба жидкости высотой h.

Список использованной литературы

1. Брюханов О.Н., Коробко В.И., Мелик-Аракелян А.Т. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 254 с.

2. Исаев А. П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. Гидравлика. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 420 с.

3. Ухин Б.В., Гусев А.А. Гидравлика. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 432 с.