

Механика жидкостей.

Основные понятия и формулы.

Гидростатическое давление столба жидкости на глубине h

$$p = \rho gh,$$

где ρ – плотность жидкости.

Закон Архимеда:

$$F_A = \rho gV,$$

где F_A – выталкивающая сила; V – объем вытесненной жидкости.

Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости:

$$Sv = \text{const},$$

где S – площадь поперечного сечения трубки тока; v – скорость жидкости.

Уравнение Бернулли для стационарного течения идеальной несжимаемой жидкости:

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = \text{const},$$

где $\frac{\rho v^2}{2}$ – динамический напор; ρgh – гидравлический напор (h – глубина рассматриваемого сечения жидкости относительно уровня жидкости); p – статическое давление. С физической точки зрения динамический напор соответствует удельной кинетической энергии, т.е. энергии 1 ед. объема движущейся жидкости, а гидравлический напор – удельная потенциальная энергия 1 единицы объема в поле силы тяжести.

Для трубки тока, расположенной горизонтально,

$$\frac{\rho v^2}{2} + p = \text{const}.$$

Формула Торричелли, позволяющая определить скорость истечения жидкости из малого отверстия в открытом широком сосуде,

$$v = \sqrt{2gh},$$

где h – глубина, на которой находится отверстие относительно уровня жидкости в сосуде.

Сила внутреннего трения между слоями текущей жидкости

$$F = -\eta \left| \frac{\Delta v}{\Delta x} \right| S,$$

где η – динамическая вязкость жидкости; $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ – градиент скорости; S – площадь соприкасающихся слоев.

Число Рейнольдса, определяющее характер движения жидкости,

$$Re = \frac{\rho \langle v \rangle d}{\eta},$$

где ρ – плотность жидкости; $\langle v \rangle$ – средняя по сечению трубы скорость жидкости; d – характерный линейный размер, например, диаметр трубы.

Формула Стокса, позволяющая определить силу сопротивления, действующую на медленно движущийся в вязкой среде шарик,

$$F = -6\pi\eta r v,$$

где r – радиус шарика; v – его скорость.

Формула Пуазейля, позволяющая определить объем жидкости, протекающий за время t через капиллярную трубку длиной l ,

$$V = \pi R^4 \frac{\Delta p t}{8\eta l},$$

где R – радиус трубки; Δp – разность давлений на концах трубки.

При движении твердых тел в жидкостях и газах лобовое сопротивление

$$R_x = C_x \frac{\rho v^2}{2} S,$$

где C_x – коэффициент сопротивления (безразмерный); ρ – плотность среды; v – скорость движения тела; S – площадь наибольшего поперечного сечения тела.

Подъемная сила

$$R_y = C_y \frac{\rho v^2}{2} S,$$

где C_y – коэффициент подъемной силы (безразмерный).

Поверхностное натяжение

$$\sigma = \frac{F}{l} \quad \text{либо} \quad \sigma = \frac{\Delta E}{\Delta S},$$

Где F – сила поверхностного натяжения, действующая на контур l , ограничивающий поверхность жидкости; ΔE – изменение свободной энергии поверхностной пленки жидкости, связанной с изменением площади ΔS поверхности этой пленки.

Формула *Лапласа*, позволяющая определить избыточное давление для произвольной поверхности жидкости двоякой кривизны:

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где R_1 и R_2 – радиусы кривизны двух взаимно перпендикулярных нормальных сечений поверхности жидкости; радиус кривизны положителен, если центр кривизны находится внутри жидкости (выпуклый мениск), и отрицателен, если центр кривизны находится вне жидкости (вогнутый

мениск).

В случае сферической поверхности

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{R}.$$

Высота подъема жидкости в капиллярной трубке

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r},$$

где θ – краевой угол; r – радиус капилляра; ρ – плотность жидкости; g – ускорение свободного падения.

Высота подъема жидкости между двумя близкими и параллельными плоскостями

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g d},$$

где d – расстояние между плоскостями.