

Практическое занятие 1

Пример 1. В закрытом сосуде с водой (см. рис. 1) абсолютное давление на свободной поверхности $p_0 = 1,3 \cdot 10^5$ Па. Атмосферное давление $p_a = 1,013 \cdot 10^5$ Па.

Определить высоту h_p , на которую поднимется вода в пьезометрической трубке, сообщающейся с сосудом на глубине $h = 1,4$ м под свободной поверхностью.

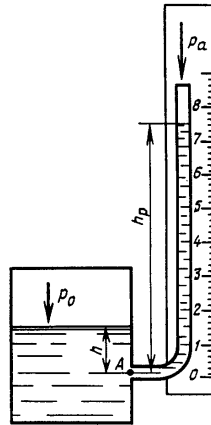


Рис. 1. – Пьезометр;

Решение. Рассмотрим условие равновесия жидкости в точке А. Со стороны жидкости в сосуде точка А испытывает давление $p = p_0 + \rho gh$, а со стороны жидкости в трубке давление $p = p_a + \rho gh_p$.

На основании второго свойства гидростатического давления величины этих давлений одинаковы, т.е.

$$p_0 + \rho gh = p_a + \rho gh_p.$$

Тогда искомая величина h_p определится

$$h_p = \frac{p_0 + \rho gh - p_a}{\rho g} = \frac{1,3 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,4 - 1,013 \cdot 10^5}{1000 \cdot 9,81} = 4,3 \text{ м.}$$

Пример 2. Определить равнодействующую силу давления на вертикальную стенку (см. рис. 2, б) шириной 4 м при высоте воды слева $h_1 = 5$ м и справа $h_2 = 2$ м.

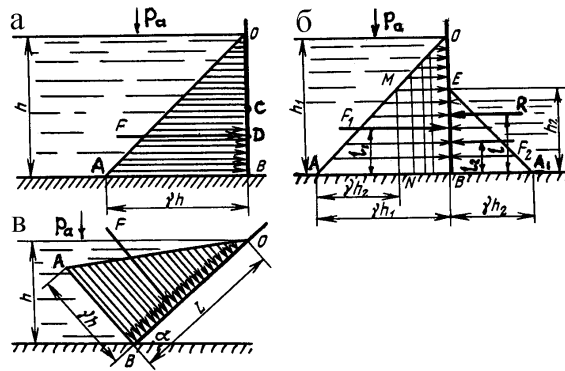


Рис. 2. Эпюры гидростатических давлений на плоские стенки

Решение. Равнодействующая сил давления на стенку определится как разность сил давлений слева и справа.

Определяем силу давления воды на стенку слева:

$$F_1 = \rho g h_c \omega_1 = 10^3 \cdot 9,81 \frac{5}{2} \cdot 5 \cdot 4 = 490,5 \text{ кН.}$$

То же на стенку справа:

$$F_2 = 10^3 \cdot 9,81 \frac{2}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 78,5 \text{ кН.}$$

Равнодействующая сила гидростатического давления направлена в сторону большей силы:

$$F = F_2 - F_1 = 490,5 - 78,5 = 412 \text{ кН.}$$

Пример 3. Определить силы давления воды на боковую стенку и дно вертикального цилиндрического резервуара вместимостью 100 м^3 при заполнении его на высоту $H = 5,1 \text{ м}$.

Решение. Определим диаметр резервуара:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} H, \text{ откуда } D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 5,1}} = 5,0 \text{ м.}$$

Сила давления на боковую стенку равна произведению давления в центре тяжести ее на площадь вертикальной проекции цилиндра:

$$F_1 = \rho \cdot g \frac{H}{2} DH = \frac{1}{2} \rho \cdot g H^2 D = 0,5 \cdot 1000 \cdot 9,8 \cdot 5,1^2 \cdot 5 = 637,2 \text{ кН.}$$

Дно расположено горизонтально, поэтому давление во всех точках его одинаково и сила давления

$$F_2 = \rho \cdot g \cdot H \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1000 \cdot 9,8 \cdot 5,1 \frac{3,14 \cdot 5^2}{4} = 980,9 \text{ кН.}$$

Пример 4. Секторный затвор плотины с центральным углом $\beta = 90^\circ$ имеет ось вращения, расположенную в плоскости порога (рис. 3, а). Определить величину и направление равнодействующей силы давления воды на затвор, если его радиус $R = 2$ м, ширина $b = 4$ м.

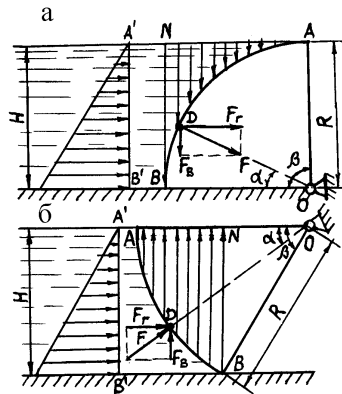


Рис. 3. Секторные затворы плотин с осью вращения в плоскости:
а – порога; б – поверхности воды

Решение. Горизонтальную составляющую силы давления определим по формуле:

$$F_r = 0,5\rho gH^2 b = 0,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 2^2 \cdot 4 = 78,5 \text{ кН.}$$

Вертикальную составляющую силы давления находим по формуле:

$$F_g = \rho \cdot g \left(HR - \frac{\beta}{360} \pi \cdot R^2 \right) b = 1000 \cdot 9,81 \left(2 \cdot 2 - \frac{90}{360} 3,14 \cdot 2^2 \right) 4 = 33,7 \text{ кН.}$$

Равнодействующую силу давления находим по формуле:

$$F = \sqrt{F_r^2 + F_g^2} = \sqrt{78,5^2 + 33,7^2} = 85,4 \text{ кН.}$$

Угол наклона равнодействующей к горизонту

$$\alpha = \text{arctg} \frac{F_g}{F_r} = \text{arctg} \frac{33,7}{78,5} = 23,2^\circ.$$

Пример 5. Прямоугольный пантон с размерами основания $b \times l = 20 \times 30$ м плавает в воде. Определить его осадку h' , если масса пантона с грузом на нем $m = 1,2 \cdot 10^6$ кг.

Решение. По условию плавучести выталкивающая (подъемная) сила равна весу пантона:

$$\rho g b l h' = mg,$$

$$\text{откуда } h' = \frac{m}{\rho \cdot b \cdot l} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{1000 \cdot 20 \cdot 30} = 2 \text{ м.}$$