

6.7. Закон сохранения энергии в гидростатике

6.7.1. Алюминиевый шарик объемом $V = 2 \text{ см}^3$ равномерно падает в воде. Какое количество теплоты выделится при перемещении шарика на $h = 2 \text{ м}$?

6.7.2. Стальной шарик радиусом $r = 2 \text{ см}$ лежит на дне реки глубиной $h = 3 \text{ м}$. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы поднять шарик на высоту $H = 2 \text{ м}$ над поверхностью воды?

6.7.3. В бассейн глубиной $h = 2 \text{ м}$ без начальной скорости опускают предмет, имеющий плотность $\rho_2 = 7800 \text{ кг/м}^3$. Определите, с какой скоростью предмет упадет на дно бассейна. Сопротивление воды не учитывать.

6.7.4. С какой высоты должно падать тело, плотность которого $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$, чтобы оно погрузилось в воду на глубину $h = 30 \text{ см}$? Сопротивление воздуха не учитывать.

6.7.5. Резиновый мяч массой m и радиусом r погружают под воду на глубину h и отпускают. На какую высоту, считая от поверхности воды, подпрыгнет мяч? Сопротивление воды и воздуха при движении не учитывать.

6.7.6. Пробковый шарик удерживают на глубине $h = 1 \text{ м}$ под поверхностью воды. Когда его отпустили, он вынырнул из воды и поднялся над поверхностью на высоту $h_2 = 0,2 \text{ м}$. Определите среднюю силу сопротивления воды. Масса шарика $m = 200 \text{ г}$; плотность пробки $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$. Сопротивление воздуха не учитывать.

6.7.7. Бревно удерживают в вертикальном положении погруженным в воду так, что его верхний конец находится на уровне поверхности (рис. 6.7.1). Какая часть бревна выйдет из воды, если его отпустить? Плотность бревна $\rho_1 = 0,8\rho_{\text{в}}$, где $\rho_{\text{в}}$ — плотность воды.

6.7.8. Длинный карандаш удерживают вертикально над водой так, что нижний его конец касается поверхности жидкости. На какую глубину погрузится нижний конец карандаша, если его отпустить? Масса карандаша $m = 10 \text{ г}$, площадь поперечного сечения $S = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

6.7.9. Цилиндр высотой h и радиусом основания R плавает в жидкости плотностью ρ_0 (рис. 6.7.2). Какую минимальную работу совершит выталкивающая сила при полном погружении цилиндра в жидкость? Плотность цилиндра равна ρ .

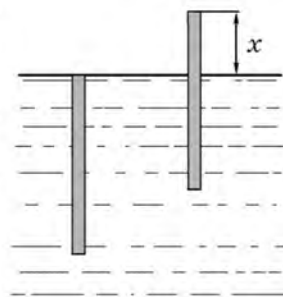


Рис. 6.7.1

6.7.10. Деревянный кубик плотностью $\rho_1 = 600 \text{ кг/м}^3$ плавает в воде. Сторона кубика $a = 10 \text{ см}$. Определите минимальную работу, которую необходимо совершить, чтобы: а) утопить кубик; б) вытащить его из воды.

6.7.11. Однородный куб с длиной ребра $a = 20 \text{ см}$, изготовленный из материала плотностью $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$, плавает в воде (рис. 6.7.3). Какую минимальную постоянную силу нужно приложить к кубу, чтобы он затонул?

6.7.12. Брусек квадратного сечения $d \times d = 2 \times 2 \text{ см}^2$ плавает в сосуде с жидкостью так, как показано на рисунке 6.7.4. При этом в жидкости находится половина бруска. Какое минимальное количество теплоты выделится, если брусек повернуть на 90° вокруг оси, проходящей через центр масс? Масса бруска $m = 100 \text{ г}$, длина $l = 20 \text{ см}$.

6.7.13. В водоеме с глубины $h = 10 \text{ м}$ всплывает деревянный цилиндр радиусом $R = 1 \text{ м}$ и высотой $H = 0,8 \text{ м}$. Какое количество теплоты выделится к моменту окончания движения цилиндра и воды? Плотность древесины $\rho_{\text{д}} = 800 \text{ кг/м}^3$. Ось цилиндра все время остается перпендикулярной поверхности воды.

6.7.14. В цилиндрическом сосуде радиусом $R = 40 \text{ см}$, частично наполненном жидкостью плотностью $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, в боковой стенке имеется отверстие, заткнутое пробкой (рис. 6.7.5). Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вдвинуть пробку на длину $l = 10 \text{ см}$? Пробка имеет цилиндрическую форму радиусом $r = 3 \text{ см}$. Центр отверстия находится на глубине $h = 30 \text{ см}$. Трение не учитывать.

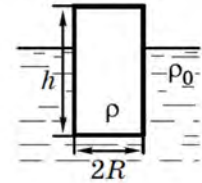


Рис. 6.7.2

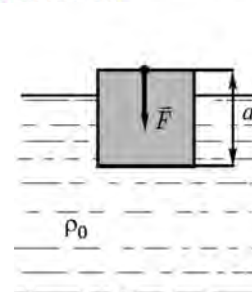


Рис. 6.7.3

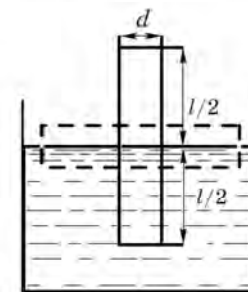


Рис. 6.7.4

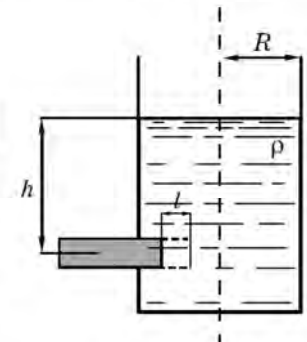


Рис. 6.7.5

6.7.15. В сосуде, в который налиты две жидкости — вода и керосин, плавает пластиковый кубик, при этом две грани кубика горизонтальны. Кубик полностью погружен в жидкость. Плотность пластика $\rho_{\text{п}} = 0,9 \text{ г/см}^3$. Для того чтобы погрузить этот кубик полностью в воду так, чтобы верхняя грань оказалась на границе раздела двух жидкостей, необходимо как минимум совершить работу $A = 25 \text{ мДж}$. Чему равна длина ребра кубика? Силу трения кубика о жидкость не учитывать.

Ответы:

6.7.1. $Q = (\rho_a - \rho)ghV = 66,6 \text{ мДж}$.

6.7.2. $A = \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho_{\text{ст}}(h+H) - \rho_{\text{в}}h) = 3,4 \text{ Дж}$.

6.7.3. $v = \sqrt{2gh\left(1 - \frac{\rho}{\rho_2}\right)} \approx 5,85 \text{ м/с}$.

6.7.4. $H = h\frac{\rho_1 - \rho}{\rho} = 120 \text{ см}$, где ρ_1 — плотность воды.

6.7.5. $H = \frac{4\pi r^3 \rho_{\text{в}}}{3m} - h$.

6.7.6. $F = mg\left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho} - \frac{h}{h_2} - 1\right) = 7,45 \text{ Н}$, где $\rho_{\text{в}}$ — плотность воды.

6.7.7. $\eta = \frac{x}{l} = \frac{2(\rho_{\text{в}} - \rho_1)}{\rho_{\text{в}}} = 0,4$.

6.7.8. $h = \frac{2m}{\rho S} = 10 \text{ см}$.

6.7.9. $A = -\frac{\pi\rho gh^2 R^2}{2}\left(1 - \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2\right)$.

6.7.10. а) $A = \frac{ga^4(\rho_{\text{в}} - \rho_1)^2}{2\rho} = 78,4 \text{ мДж}$; б) $A = \frac{\rho_1^2 ga^4}{2\rho_{\text{в}}} = 176,4 \text{ мДж}$.

6.7.12. $Q = 0,25mg(l-d)$.

У к а з а н и е: при повороте бруска центр массы жидкости, вытесненной телом, сместился вниз.

6.7.15. $a = \left(\frac{2A(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{к}})}{g(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}})}\right) = 10 \text{ см}$.