

Задача 2.263.3

Определить силу F_0 , необходимую для удержания поршня на высоте H над поверхностью воды. Над поршнем располагается столб воды высотой h . Даны диаметры поршня D и штока d . Весом поршня и штока пренебречь. (Величины H , h , D и d взять из таблицы 1).

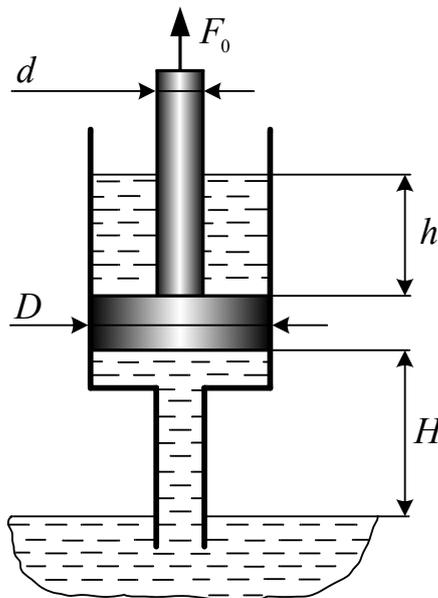


Рисунок к задаче 1.5

Таблица 1 – Численные значения величин, необходимые для решения задач.

Вариант	$h, м$	$H, м$	$D, мм$	$d, мм$
Г	4	7,5	75	55

Решение

Составляем уравнение равновесия поршня. На поршень действуют 3 силы: 2 силы давления жидкости со стороны поршневой и штоковой полости и внешнее усилие F_0 , приложенное к штоку, следовательно уравнение равновесия запишется в виде:

$$F_0 = F_1 + F_2, H \quad (1)$$

где F_1 - сила, вызванная действием давления воды над поршнем, H ;

F_2 - сила, вызванная действием давления воды под поршнем, H .

Сила, вызванная действием давления воды над поршнем:

$$F_1 = p_1 \cdot S_1, H \quad (2)$$

тут S_1 - площадь поперечного сечения кольцевой поверхности поршня, подверженной действию давления p_1 , m^2 ;

$$S_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, m^2 \quad (3)$$

p_1 - давление воды над поршнем, Pa ;

$$p_1 = \rho \cdot g \cdot h, Pa \quad (4)$$

Подставляя выражение (3) и (4) в выражение (2), получаем

$$F_1 = \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, H \quad (5)$$

Сила, вызванная действием давления воды под поршнем:

$$F_2 = p_2 \cdot S_2, H \quad (6)$$

тут S_2 - площадь поперечного сечения поршня, m^2 ;

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, m^2 \quad (7)$$

p_2 - давление воды под поршнем, Pa ;

$$p_2 = \rho \cdot g \cdot H, Pa \quad (8)$$

Подставляя выражение (7) и (8) в выражение (6), получаем

$$F_2 = \rho \cdot g \cdot H \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, H \quad (9)$$

Подставляя выражение (5) и (9) в выражение (1), находим искомое значение силы, необходимой для удержания поршня на высоте H над поверхностью воды:

$$F_0 = \frac{\rho \cdot g \cdot \pi \cdot (h \cdot D^2 - h \cdot d^2 + H \cdot D^2)}{4}, H \quad (10)$$

$$F_0 = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 3 \cdot (4 \cdot 0,075^2 - 4 \cdot 0,055^2 + 7,5 \cdot 0,075^2)}{4} = 394H$$

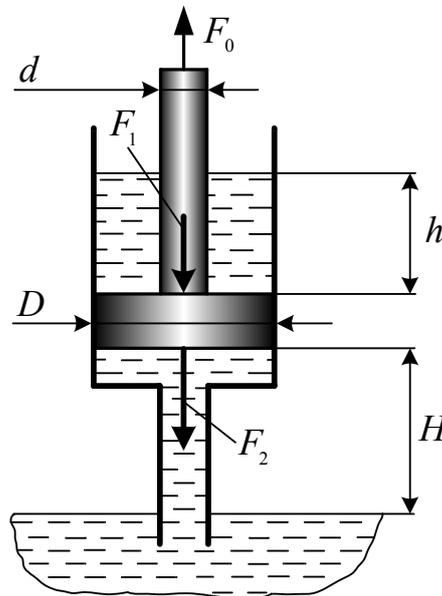


Рисунок 1.5.1

Ответ: $F_0=394 H$.