Задача59

$d = 14мм = 0,014м$

$l = 100м$

$Q = 0,5л/с = 0,5 \cdot 10^{-3} м^3/с$

$p_C = ?$

Предположим, что это вода. Тогда для воды плотность при 20 0С $\rho = 998,2кг/м^3$ коэффициент кинематической вязкости $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6} м^2/с$

Предположим, что труба стальная, электросварная, новая, тогда абсолютная шероховатость трубы $\Delta_{экв} = 0,0001м$

Составим уравнение Бернулли для сечения 1-1 проходящего по поверхности воды в баке А (напор) и сечения 2 -2 по сечению трубы на выходе . Плоскость сравнения по оси трубы .

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2 \cdot g} + h_{пот(1-2)}$$

Здесь:

z_1=H $z_2 = 0$

$p_1 = p_2$,

$v_1 = 0$ так как уровень воды не меняется, или меняется с гораздо меньшей скоростью, чем скорость воды в трубе

$\alpha_2 = 1$- исходя из предположения, что поток воды в трубе турбулентный

$h_{пот(1-2)}$- потери напора по длине и от местных сопротивлений.

Подставляя в уравнение Бернулли известные значения и проведя сокращения , получим:

$$H = \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_{пот(1-2)} \quad (1)$$

Определяем $h_{пот(1-2)}$. Так как длина у труб 100м, трубу можно считать длинной и местные сопротивления учесть увеличением длины трубы на 10%.

Определяем составные части уравнения Бернулли (1)

Определяем скорость жидкости в трубе $v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{0,785 \cdot d^2} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,014^2} = 3,25м/с$

здесь $S = 0,785 \cdot d^2$- площадь сечения трубы

$$h_{пот(1-2)} = \lambda \cdot \frac{l \cdot 1,1}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} (2)$$

здесь 1,1 – коэффициент увеличения расчетной длины трубы

Определяем коэффициент гидравлического трения λ для чего

Вычисляем число Рейнольдса $Re = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{3,25 \cdot 0,014}{1,006 \cdot 10^{-6}} = 45229$

Поток турбулентный и потому предположение о том что $\alpha_2 = 1$, верно.

Определяемся с видом сопротивления в турбулентном потоке. Относительная шероховатость трубы $e = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,0001}{0,014} = 7,14 \cdot 10^{-3}$

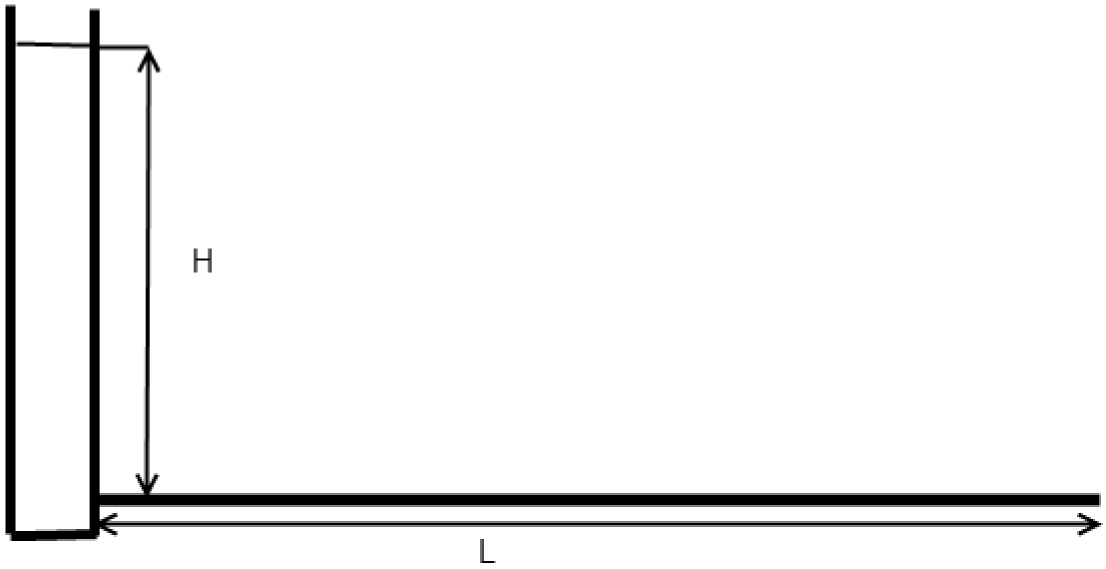
Для зоны смешанного трения $1400 = \frac{10}{e} < Re < \frac{560}{e} = 78400$

В данном случае имеет место турбулентный режим течения воды в зоне смешанного трения . В этой зоне $\lambda = 0,11 \cdot \left(e + \frac{68}{Re}\right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(0,007141 + \frac{68}{45229}\right)^{0,25} = 0,0335$

Подставляя значение коэффициента трения в уравнение (2) и решая уравнение (1) получим

$$H=\frac{v_2{}^2}{2\cdot g}+h_{пот(1-2)}=\frac{v_2{}^2}{2\cdot g}+\lambda\cdot\frac{l\cdot 1{,}1}{\mathrm{d}}\cdot\frac{v^2}{2\cdot g}=\left(1+\lambda\cdot\frac{l\cdot 1{,}1}{\mathrm{d}}\right)\cdot\frac{v^2}{2\cdot g}=$$

$$=\left(1+0{,}0335\cdot\frac{100\cdot 1{,}1}{0{,}014}\right)\cdot\frac{3{,}25^2}{2\cdot 9{,}81}=142{,}24м$$



Ответ: $H=142{,}24м$