

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Новосибирский
государственный
технический университет
НЭТИ

Кафедра АГД

Расчетно-графическое задание

Вариант № 1

Факультет: ФЭН

Группа: ТЭ-11

Студент: Апчугова Е.А.

Преподаватель: Гостеев Ю. А.

Дата:

Оценка:

Новосибирск, 2023

Задача С:

Определить диаметр трубопровода d , если заданы объемный расход Q , температура t и род жидкости, располагаемый напор $H_{расп}$, отметки высот в начале z_1 и в конце z_2 трубопровода, длина l трубы и Δ , местные сопротивления.

Вариант задания:

Вариант	Жидкость	$t, ^\circ\text{C}$	$H_{расп}, \text{м}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$l, \text{м}$	$\Delta, \text{мм}$	$z_1, \text{м}$	$z_2, \text{м}$	Местные сопротивления
1	Керосин Т-1	10	50	0,06	20	0,1	0	5	1кр., 1р.30°

Решение:

Коэффициенты местных сопротивлений:

$\zeta_{м1} = 2$ – Коэффициент топливного крана

$$\zeta_{м2} = 0,95 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} + 2,05 \cdot \sin^4 \frac{\alpha}{2} = 0,95 \cdot \sin^2 \frac{30^\circ}{2} + 2,05 \cdot \sin^4 \frac{30^\circ}{2} = 0,07284 \quad \checkmark$$

Коэффициент резкого поворота на 30°

I приближение:

$$v^{(0)} = \sqrt{\frac{2gH_{расп}}{\sum \zeta_{м} + 1}}, \text{ где } H_{расп} = H_{расп} - H_{ст} = H_{расп} - (z_2 - z_1)$$

Коэффициенты местных сопротивлений $\sum \zeta_{м}$ берём из справочника

$$v^{(0)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot [50 - (5 - 0)]}{(2 + 0,07284) + 1}} = 16,94 \text{ м/с}$$

$$d^{(0)} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v^{(0)}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06}{\pi \cdot 16,94}} = 0,067 \text{ м} \quad \checkmark$$

$$\Re^{(0)} = \frac{v^{(0)} d^{(0)}}{\nu}, \text{ где } \nu = 3,25 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}} \text{ при } t = 10^\circ\text{C}$$

$$\text{Re}^{(0)} = \frac{16,94 \cdot 0,067}{3,25 \cdot 10^{-6}} = 349224,6 > \text{Re}_{кр} \Rightarrow \text{режим течения турбулентный}$$

$$\lambda_m^{(0)} = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d^{(0)}} + \frac{68}{\Re^{(0)}} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,11 \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,067} + \frac{68}{349224,6} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,0222$$

$$H^{(0)} = \left(\sum \zeta_{м} + \lambda_m^{(0)} \frac{l}{d^{(0)}} \right) \frac{v^{(0)2}}{2g} = \left(2,07284 + 0,0222 \cdot \frac{20}{0,067} \right) \frac{16,94^2}{2 \cdot 9,8} = 127,37 \text{ м}$$

Необходимую точность примем равной $\varepsilon = 0,01$

$$\frac{|H^{(0)} - H_{расп}|}{H_{расп}} = \frac{|127,37 - 50|}{50} = 1,5474 > 0,01 \quad \checkmark \text{ продолжаем вычисления}$$

Сравниваем $H^{(0)}$ и $H_{расп}$ $127,37 > 50$, значит в следующем приближении необходимо уменьшить скорость

II приближение:

$$v^{(i)} = v^{(i-1)} \sqrt{\frac{H_{расп}}{H^{(i-1)}}}$$

$$v^{(1)} = 16,94 \sqrt{\frac{50}{127,37}} = 10,61 \text{ м/с}$$

$$d^{(1)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06}{\pi \cdot 10,61}} = 0,085 \text{ м}$$

$$Re^{(1)} = \frac{10,61 \cdot 0,085}{3,25 \cdot 10^{-6}} = 277492,3 > Re_{кр} \Rightarrow \text{режим течения турбулентный}$$

$$\lambda_m^{(1)} = 0,11 \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,085} + \frac{68}{277492,3} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,0214$$

$$H^{(1)} = \left(2,07284 + 0,0214 \cdot \frac{20}{0,085} \right) \frac{10,61^2}{2 \cdot 9,8} = 40,82 \text{ м}$$

$$\frac{|H^{(1)} - H_{расп}|}{H_{расп}} = \frac{|40,82 - 50|}{50} = 0,18 > 0,01 \Rightarrow \text{продолжаем вычисления}$$

Сравниваем $H^{(1)}$ и $H_{расп}$, $40,82 < 50 = \checkmark$ в следующем приближении необходимо увеличить скорость

III приближение:

$$v^{(2)} = 10,61 \sqrt{\frac{50}{40,82}} = 11,74 \text{ м/с}$$

$$d^{(2)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06}{\pi \cdot 11,74}} = 0,08 \text{ м}$$

$$Re^{(2)} = \frac{11,74 \cdot 0,08}{3,25 \cdot 10^{-6}} = 288984,6 > Re_{кр} \Rightarrow \text{режим течения турбулентный}$$

$$\lambda_m^{(2)} = 0,11 \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,08} + \frac{68}{288984,6} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,0216$$

$$H^{(2)} = \left(2,07284 + 0,0216 \cdot \frac{20}{0,08} \right) \frac{11,74^2}{2 \cdot 9,8} = 52,54 \text{ м}$$

$$\frac{|H^{(2)} - H_{расп}|}{H_{расп}} = \frac{|52,54 - 50|}{50} = 0,05 > 0,01$$

Сравниваем $H^{(2)}$ и $H_{расп}$, $52,54 > 50 = \checkmark$ в следующем приближении необходимо уменьшить скорость

IV приближение:

$$v^{(3)} = 11,74 \sqrt{\frac{50}{52,54}} = 11,45 \text{ м/с}$$

$$d^{(3)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06}{\pi \cdot 11,45}} = 0,082 \text{ м}$$

$$Re^{(3)} = \frac{11,45 \cdot 0,082}{3,25 \cdot 10^{-6}} = 288892,3 > Re_{кр} \Rightarrow \text{режим течения турбулентный}$$

$$\lambda_m^{(3)} = 0,11 \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,082} + \frac{68}{288892,3} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,0215$$

$$H^{(3)} = \left(2,07284 + 0,0215 \cdot \frac{20}{0,082} \right) \frac{11,45^2}{2 \cdot 9,8} = 49 \text{ м}$$

$$\frac{|H^{(3)} - H_{расп}|}{H_{расп}} = \frac{|49 - 50|}{50} = 0,02 < 0,01$$

Сравниваем $H^{(1)}$ и $H_{расп}$, $49 < 50 = \dot{z}$ в следующем приближении необходимо увеличить скорость

V приближение:

$$v^{(4)} = 11,45 \sqrt{\frac{50}{49}} = 11,57 \text{ м/с}$$

$$d^{(4)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06}{\pi \cdot 11,57}} = \dot{z} 0,081 \text{ м}$$

$$Re^{(4)} = \frac{11,57 \cdot 0,081}{3,25 \cdot 10^{-6}} = 288360 > Re_{кр} \Rightarrow \text{режим течения турбулентный}$$

$$\lambda_m^{(4)} = 0,11 \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,081} + \frac{68}{288360} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,02154$$

$$H^{(4)} = \left(2,07284 + 0,02154 \cdot \frac{20}{0,081} \right) \frac{11,57^2}{2 \cdot 9,8} = 50,48 \text{ м}$$

$$\frac{|H^{(4)} - H_{расп}|}{H_{расп}} = \frac{|52,54 - 50|}{50} = 0,0096 > 0,01$$

$H^{(3)}$ совпадает с $H_{расп}$ с точностью до $\varepsilon = 0,01$. Диаметр трубопровода принимаем равным $d = 80$ мм по ГОСТ 3262-75.