Задача 5.

Вода из реки по самотечному трубопроводу длиной L и диаметром d подается в водоприемный колодец, из которого насосом с расходом Q она перекачивается в водонапорную башню. Диаметр всасывающей линии насоса - dвс , длина - Lвс. Ось насоса расположена выше уровня воды в реке на величину Н.

Требуется определить:

1. Давление при входе в насос (показание вакуумметра в сечении 2-2), выраженное в метрах водяного столба
2. Как изменится величина вакуума в этом сечении, если воду в колодец подавать по двум трубам одинакового диаметра d?

Исходные данные:

d=75мм;

L=35м;

Lвс=12м;

dвс=75мм;

Q=8.0л/с;

Н=1.0м. 

*Данные из методички.*

*При определении потерь напора коэфф. Местного сопротивления:*

* *При входе=3;*
* *На выходе=1.*

*Шероховатость Кэ=1мм.*

*Кинематический коэфф. Вязкости = 0.01\*10-4м2/с*

*При определении потерь напора во всасывающей линии коэфф. Местного сопротивления приемного клапана с сеткой=8.5*

*А колена =0.2*

РЕШЕНИЕ.

Исходные данные.

d=75мм=0.075м

L=35м;

Lвс=12м;

dвс=75мм=0.075м

Q=8.0л/с=0.008м3/с

Н=1.0м.

Α=1.1

Δэ=1мм

ζвх=3

ζвых=1

υ=0.01\*10-4м2/с

ζсет.=8.5

1. Составляем уравнение Бернулли.

$$Z\_{0}+\frac{P\_{0}}{γ}+\frac{α\_{0}\*V\_{0}^{2}}{2g}=Z\_{1}+\frac{P\_{1}}{γ}+\frac{α\_{1}\*V\_{1}^{2}}{2g}+h\_{0-1}$$

$$V\_{0}=0$$

$$V\_{1}=0$$

P0=Pат

P1=Pат

$$Z=h\_{0-1}=h\_{l}+h\_{м}=3.17+0.66=3.83м$$

1. Находим потерю напора по длине.

$$h\_{l}=λ\*\frac{L\*α\*V^{2}}{d\*2g}=0.037\*\frac{35\*1.1\*1.81^{2}}{0.075\*2\*9.81}=3.17$$

1. Найдем коэффициент гидравлического трения λ

$$λ=0.11\*\left(\frac{∆\_{э}}{d}+\frac{68}{Re}\right)^{0.25}=0.11\*\left(\frac{1}{75}\*\frac{68}{135750}\right)^{0.25}=0.037$$

1. Найдем число Рейнольдса Re

$$Re=\frac{Vd}{υ}=\frac{1.81\*0.075}{0.01\*10^{-4}}=135750$$

1. Найдем V-скорость

$$V=\frac{4Q}{πd^{2}}=\frac{4\*0.008}{3.14\*0.075}=1.81м/с$$

1. Найдем местные сопротивления

$$h\_{м}=\left(ζ\_{вх}+ζ\_{вых}\right)\*\frac{V^{2}}{2g}=\left(3+1\right)\*\frac{1.81^{2}}{2\*9.81}=0.66$$

1. Находим высоту расположения оси насоса над уровнем воды в колодце

$$Н\_{нас}=Н+Z=1+3.83=4.83$$

1. Находим искомую величину вакуума при входе в насос (показание вакууметра)
	1. Составляем уравнение Бернулли

$$Z\_{1}+\frac{P\_{1}}{γ}+\frac{α\_{1}\*V\_{1}^{2}}{2g}=Z\_{2}+\frac{P\_{2}}{γ}+\frac{α\_{2}\*V\_{2}^{2}}{2g}+\sum\_{}^{}h\_{W}$$

Z1=0, Р1=Рат, V1=0, Z2=H+Z

$$\frac{P\_{ат}\*Р\_{2}}{γ}=h\_{1-2. }$$

$$Р\_{вакуум}=h\_{1-2}$$

$$h\_{1-2}=h\_{l}+h\_{м}$$

* 1. Найдем местные сопротивления

$$h\_{м}=\left(ζ\_{сет}+ζ\_{кол}\right)\*\frac{V\_{2}^{2}}{2g}=\left(8.5+0.2\right)\*\frac{1.81^{2}}{2\*9.81}=1.45$$

* 1. Найдем потерю напора по длине

$$h\_{l}=λ\*\frac{L\_{вс}\*α\*V^{2}}{d\_{вс}\*2g}=\frac{12\*1.1\*1.81^{2}}{0.075\*2\*9.81}=1.087$$

* 1. Найдем коэффициент гидравлического трения λ

$$λ=0.11\*\left(\frac{∆\_{э}}{d\_{вс}}+\frac{68}{Re}\right)^{0.25}=0.11\*\left(\frac{1}{75}+\frac{68}{135750}\right)^{0.25}=0.037$$

* 1. Найдем число Рейнольдса Re

$$Re=\frac{Vd}{υ}=\frac{1.81\*0.075}{0.01\*10^{-4}}=135750$$

* 1. Найдем V-скорость

$$V=\frac{4Q}{πd^{2}}=\frac{4\*0.008}{3.14\*0.075}=1.81м/с$$

* 1. Находим искомую Рвакуум

$$P\_{вакуум}=h\_{1-2}=h\_{l}+h\_{м}=1.087+1.45=2.537$$

1. Расчет величины показания вакууметра из расчета подачи воды по двум трубам одинакового диаметра. Определяется из расчета прохождения по одной трубе расхода:

$$Q\_{1}=\frac{Q}{2}=\frac{0.008}{2}=0.004м^{3/}с$$

Исходя из этой формулы видно, что величина показания вакууметра в сечении 2-2, будет в 2 раза меньше, при подаче воды в колодец по двум трубам одинакового диаметра d.

(Все формулы и коэффициенты взяты из методички: Гидравлика К.М. Ромм, Л.В. Козак, О.В. Акимов. Хабаровск. ДВГУПС. 2001.)