## Самостійна робота за темою 6

## Тема: Витікання рідини через отвори і насадки
## Змістовий модуль2 “Сільськогосподарське водопостачання, насоси”

(дані для розв’язування задач 1-10 наведені в таблиці 1).

Номер задачі вибирається по останній цифрі номера залікової книжки.

### Задача 1

З відкритого резервуару при постійному напорі $H_1$ вода при температурі $t=50^0C$ витікає з однієї сторони в атмосферу по короткому трубопроводі діаметром $d_1$ і довжиною $L_1$ з шорсткістю стінок $\Delta$=1мм, заслінкою, коефіцієнт опору якої $\xi_з$ і на кінці дифузором $\xi_{диф.}$=0,9, площа живого перерізу якого за розширенням $S_2=2S_1$, з іншої сторони вода подається в другий резервуар через затоплений зовнішній циліндричний насадок (насадок Вентурі). Різниця рівнів між ними H. Насадок має діаметр $d_н$, і довжину $L_н=5\ d_н$ і коефіцієнт витрати насадка $\mu_н$ (Схема 5.1).

Визначити:

1.Швидкість витікання $V_2$ ,витрату води $Q_2$ і коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda$ по короткому трубопроводу.

2. Витрату води через насадок $Q_н$.

### Задача 2

До відкритого резервуара з правої сторони приєднаний короткий стальний трубопровід, який складається з двох ділянок довжиною $L_1$ і $L_2$, діаметрами $d_1$ і $d_2$ і обладнаний краном , коефіцієнт опору якого $\xi_{кр}$ . Витікання води температурою $t=10^0C$ відбувається по короткому трубопроводу в атмосферу при сталому напорі $H_1$. З лівої сторони приєднаний внутрішній циліндричний насадок (насадок Борда) діаметром $d_н$, і довжиною $L_н=5\ d_н$ з коефіцієнтом витрати насадка $\mu_н$ , витікання відбувається при різниці рівнів в резервуарах H (Схема 5.2).

Визначити:

1.Швидкість V і витрату Q води яка витікає з короткого трубопроводу.

2. Витрату води через насадок $Q_н$.

Задача 3

До закритого резервуару, на вільній поверхні якого діє манометричний тиск $p_м$, з правої сторони приєднаний чавунний трубопровід який має змінний переріз з діаметрами $d_1$ і $d_2$ . На першій ділянці довжиною $L_1$ встановлений вентиль, коефіцієнт опору якого $\xi_в$. Друга ділянка довжиною $L_2$ закінчується соплом діаметром $d_c = d_1$ з коефіцієнтом опору $\xi_c$=0,06 (коефіцієнт стискання струмини на виході з сопла ε=1). З лівої сторони знаходиться затоплений конічно-збіжний насадок з діаметром вихідного перерізу $d_н$, витікання з якого відбувається при постійній різниці рівнів H і коефіцієнтом витрати $\mu_н$ , довжиною $L_н$=5 $d_н$ .Трубопровід і насадок приєднані на одному рівні $H_1$, температура води t=$10^0$C (Схема 5.3).

Визначити:

1.Швидкість витікання $V_c$ і витрату $Q_c$, води що витікає з сопла.

2. Витрату води через затоплений насадок $Q_н$.

Задача 4

Витікання відбувається з відкритого резервуара в атмосферу при постійному напорі води $H_1$ по короткому трубопроводі змінного поперечного перерізу діаметрами $d_1$ і $d_2$ , і довжинами $L_1$ і $L_2$, для яких коефіцієнти гідравлічного тертя відповідно рівні $\lambda_1$ і $\lambda_2$. На другій ділянці трубопроводу є два коліна з плавним поворотом і зниженням трубопроводу на $H_2$=1,5м і заслінка, коефіцієнт опору кожного повороту $\xi_к$, коефіцієнт опору заслінки$\xi_з$. Витікання з конічно-розбіжного насадка з діаметром вихідного перерізу $d_н$, і довжиною $L_н$=5 $d_н$ відбувається під рівень при постійній різниці рівнів H. Коефіцієнт швидкості і коефіцієнт витрати насадка однакові $\varphi_н$= $\mu_н$ (Схема 5.4).

Визначити:

1.Швидкість витікання $V_{тр}$ і витрату $Q_{тр}$ води яка витікає з короткого трубопроводу.

2.Швидкість витікання $V_н$ і витрату $Q_н$ води яка витікає з затопленого конічно-розбіжного насадка.

Задача 5

З відкритого резервуару по короткому стальному трубопроводу поперечного перерізу діаметром $d_1$ і довжиною $L_1$ з краном, коефіцієнт опору якого $\xi_{кр}$, який закінчується соплом $d_c=0,5d_1$, витікає вода в атмосферу при $t=30^0C$. Витікання відбувається під напором $H_1$. З другої сторони до резервуару приєднаний коноїдальний насадок діаметром вихідного сопла $d_н$ і довжиною $L_н=5\ d_н$, витікання з якого відбувається при різниці рівнів в резервуарах H з коефіцієнтом витрати насадка $\mu_н$ (Схема 5.5).

Визначити:

1. Швидкість витікання з сопла $V_c$ і витрату $Q_c$ води яка витікає з короткого трубопроводу.
2. Витрату води через затоплений коноїдальний насадок $Q_н$.

Задача 6

Вода при температурі $t=15^0C$ з резервуару А подається в резервуар В по трубопроводу, який складається з двох ділянок довжиною $L_1$ і $L_2$, діаметрами $d_1$ і $d_2$. Коефіцієнти гідравлічного тертя $\lambda$. Коефіцієнт втрат при вході в трубу $\xi_{вх}$. З другої сторони на такому ж рівні до резервуару А приєднаний зовнішній циліндричний насадок (насадок Вентурі) діаметром $d_н$, і довжиною $L_н=5\ d_н$. Коефіцієнт швидкості насадка $\varphi_н$ (Схема 5.6).

Визначити:

1. Напір $H_1$ який потрібно підтримувати в баку А, щоб заповнити бак В, об'ємом $W_в=1,8м^3$ за 30хв.
2. Швидкість витікання води через насадок з урахуванням, що в резервуарі А знаходиться під напором $H_1$, який визначений з попередньої умови.

Задача 7

Вода при температурі $t=20^0C$ з резервуару А подається в резервуар В з швидкістю V=0,5м/с по стальному трубопроводу діаметром $d_1$ і довжиною $L_1$.Рівень води в баку А підтримується постійним $H_1$.Коефіцієнти опорів: при вході в трубу $\xi_{вх}$; коліна без заокруглення $\xi_{кол.1;}$ коліна з заокругленням $\xi$

$_{кол.2}$. На глибині $H_1$ до резервуару приєднаний внутрішній циліндричний насадок (насадок Борда) діаметром $d_н$, і довжиною $L_н$=5 $d_н$ при коефіцієнті швидкості для насадка $\varphi_н$ (Схема 5.7).

Визначити:

1.Час заповнення водою резервуару В об'ємом $W_в$=1,15м$^3$ і втрати напору в трубопроводі.

2.Швидкість витікання води з насадка $V_н$.

Задача 8

З резервуару А, який заповнений водою на висоту $H_1$ і знаходиться під манометричним тиском $p_м$, вода подається в резервуар В на висоту $H_2$= $H_1$+H по стальному трубопроводу довжиною $L_1$ і діаметром $d_1$, з коліном і заслінкою, коефіцієнт опору заслінки $\xi_з$ кожного коліна з заокругленням $\xi_{кол}$ при коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda_1$. До резервуару А на глибині $H_1$ приєднаний конічно-збіжний насадок з діаметром вихідного перерізу $d_н$ і довжиною $L_н$=5 $d_н$, витікання з якого відбувається в атмосферу з коефіцієнтом витрати $\mu_н$ і швидкості насадка $\varphi_н$. Кінематична в'язкість води $\nu$=1,24×10$^{-6}$м$^2$/с. Швидкісним напором і зміною рівня води в баку А знехтувати (Схема 5.8).

Визначити:

1.Режим руху, швидкість $V_{тр}$ і витрату $Q_{тр}$ води яка витікає з трубопроводу.

2.Швидкість $V_н$ і витрату $Q_н$ води яка витікає з конічно-збіжного насадка.

Задача 9

В резервуар А, на вільній поверхні якого діє надлишковий тиск $p_м$, вода температурою t=15$^0$С надходить в резервуар В по трубопроводу змінного перерізу, який складається з двох ділянок довжиною $L_1$ і $L_2$, діаметрами $d_1$ і $d_2$, з заслінкою і коліном, коефіцієнти опорів: коліна $\xi_{1к}$, повністю відкритої заслінки $\xi_з$ і втрат на вході в трубопровід $\xi_{вх}$ і відповідно

коефіцієнти гідравлічного тертя на першій ділянці $\lambda_1$, на другій – $\lambda_2$. Різниця рівнів в резервуарах $H_2 = H_1 + H$.

На глибині $H_1$ до резервуару А приєднаний конічно-розбіжний насадок з діаметром вихідного перерізу $d_н$ і довжиною $L_н = 5\ d_н$ витікання з якого відбувається в атмосферу з коефіцієнтами швидкості і витрати насадка $\varphi_н = \mu_н$. Швидкісним напором і зміною рівня води резервуарі А знехтувати (Схема 5.9).

Визначити:

1. Режим руху, швидкість $V_{тр}$ і витрату води $Q_{тр}$ яка надходить в резервуар В по трубопроводу .
2. Швидкість $V_н$ і витрату води $Q_н$ яка витікає з конічно-розбіжного насадка.

Задача 10

Вода при температурі $t = 20^0C$ подається з резервуару А в резервуар В по короткому трубопроводу, який складається з двох ділянок довжиною $L_1$ і $L_2$, діаметрами $d_1$ і $d_2$ коефіцієнтом гідравлічного тертя $\lambda$, що обладнаний краном з коефіцієнтом опору $\xi_{кр}$. Різниця рівнів в резервуарах Н. На глибині $H_1$ до резервуару А приєднаний коноїдальний насадок з діаметром вихідного перерізу $d_н$ і довжиною $L_н = 5\ d_н$, коефіцієнт витрати насадка $\mu_н$ (Схема 5.10).

Визначити:

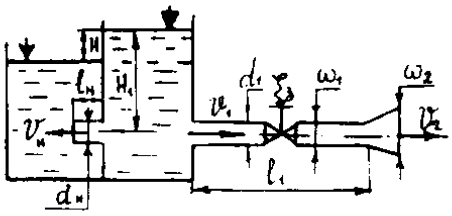
1. Витрату $Q_{тр}$ води яка надходить в резервуар В по короткому трубопроводу .
2. Витрату води через коноїдальний насадок $Q_н$.

Таблиця 1 - Вихідні дані для розв’язування задач 1-10

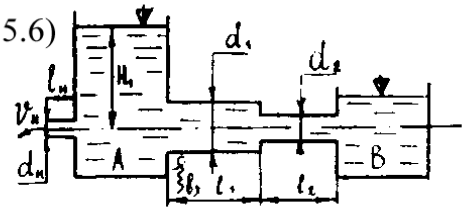
| Вихідні дані | Номери задач | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Довжина трубопроводу $L_1$,м | 6 | 5 | 12 | 1,2 | 5 | 10 | 16 | 5 | 10 | 9 |
| Довжина трубопроводу $L_2$,м | - | 12 | 6 | 4 | - | 12 | - | - | 14 | 12 |
| Діаметр труб $d_1 \times 10^{-2}$,м | 0,8 | 2,0 | 1,2 | 4,0 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 0,8 |
| Діаметр труб $d_2 \times 10^{-2}$,м | - | 1,0 | 2,5 | 1,0 | - | 0,8 | - | - | 0,8 | 1,5 |
| Діаметр насадка $d_н \times 10^{-2}$,м | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 2,0 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 0,8 |
| Напір в резервуарі H,м | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 2 | - | - | 1,5 | 3 | 4 |
| Напір в резервуарі $H_1$,м | 6 | - | 8,5 | 9 | 8 | - | 7 | 5 | 6 | 7 |
| Манометричний тиск $p_м$, кПа | - | - | 400 | - | - | - | - | 150 | 200 | - |
| Коефіцієнт витрати насадка $\mu_н$ | 0,82 | 0,71 | 0,94 | 0,45 | 0,97 | - | - | 0,94 | 0,45 | 0,97 |
| Коефіцієнт швидкості для насадка $\varphi_н$. | - | - | - | 0,45 | - | 0,82 | 0,71 | 0,96 | 0,45 | - |
| Коефіцієнт опору заслінки $\xi_з$ (вентиля $\xi_в$ ) | 2,5 | - | 4 | 8 | - | - | - | 9 | 5 | - |
| Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda_1$ | - | - | - | 0,04 | - | - | - | 0,04 | 0,025 | 0,032 |
| Коефіцієнт | - | - | - | 0,025 | - | 0,03 | - | - | 0,04 | - |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| гідравлічного тертя $\lambda_2$ | | | | | | | | | | |
| Коефіцієнт опору коліна $\xi_{кол.1}$ | - | - | - | 0,15 | - | - | 0,25 | 0,25 | 0,4 | - |
| Коефіцієнт опору коліна $\xi_{кол.2}$ | - | - | - | 0,15 | - | - | 0,14 | 0,25 | - | - |
| Коефіцієнт опору крана $\xi_{кр}$ | - | 3 | - | - | 2,5 | - | 1,5 | - | - | 4,2 |
| Коефіцієнт втрат при вході в трубу $\xi_{вх}$ | - | - | - | - | - | 0,5 | 0,5 | - | 0,5 | - |

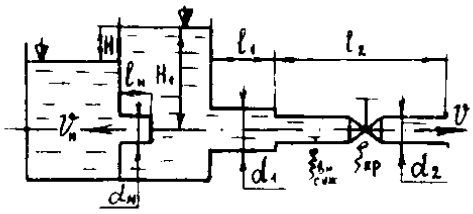
5.1)



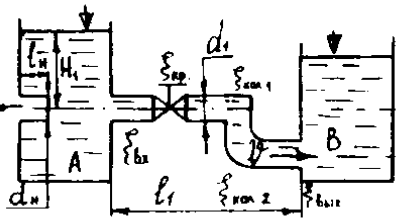
5.6)



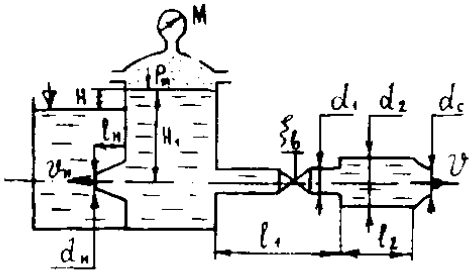
5.2)



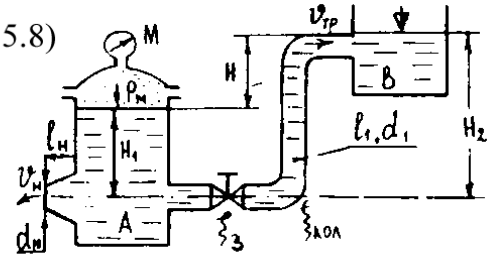
5.7)



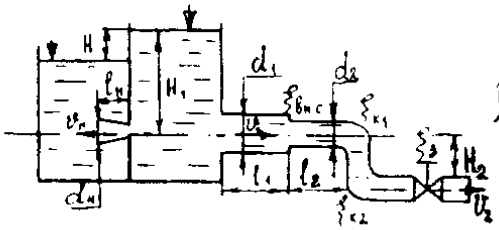
5.3)



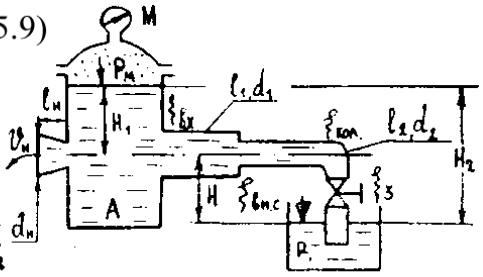
5.8)



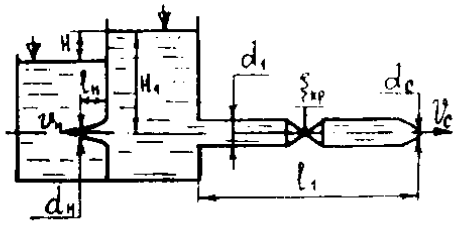
5.5)



5.9)



5.6)



5.10)

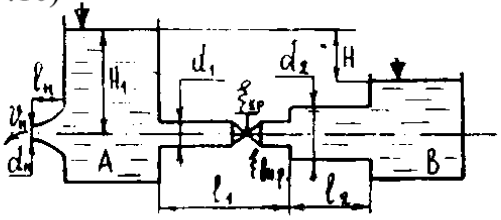


Рис 1 Схеми до задач 1-10