

Задача №1.

Визначити найменшу довжину підсилюючого водогону, який підключається до одного з двох паралельних існуючих водогонів $d = 300\text{мм}$ ($S_{01} = 0,8466$ для витрат в $\text{м}^3/\text{с}$) довжиною l_8 , кожний з подачею ними витрати Q_6 л/с. Подача здійснюється двома насосами з характеристикою

$$H = 84.49 - 0.001Q^2$$

Передбачається збільшити подачу в φ_1 разів. Підсилюючий водогін передбачається такого ж діаметру, як і існуючий. Чисельні значення прийняти згідно з додатком А.

Розв'язування типової задачі.

Дано: $Q_6 = 120$ л/с; $\varphi_1 = 1,3$; $l_8 = 4000\text{м}$.

Визначити, який напір розвиває насос при подачі витрати Q_6 .

$$H_1 = 84.49 - 0.001 * \left(\frac{120}{2}\right)^2 = 80.89\text{м}$$

Визначити, який напір повинен розвивати насос при подачі збільшеної в φ_1 разів витрати.

$$H_2 = 84.49 - 0.001 * \left(\frac{120 * 1,3}{2}\right)^2 = 78,41\text{м}$$

Визначити, на скільки повинна опуститися робоча точка насоса, щоб забезпечити необхідне збільшення подачі.

$$\Delta h = H_1 - H_2 = 80.89 - 78.41 = 2.48\text{м}$$

Визначити втрати напору в кожному з двох існуючих водогонів.

$$h_1 = S_{01} l_8 \left(\frac{Q_6}{2}\right)^2 = 0.8466 * 4000 * 0.06^2 = 12.19\text{м}$$

Втрати напору в водогоні після їх підсилення повинні стати рівними:

$$h'_1 = h_1 - \Delta h = 12.19 - 2.48 = 9.71\text{м}$$

При такій втраті напору по окремому водогоні, який не блокується з підсилюючим водогоном, буде подаватися витрата, що визначається за формулою

$$Q = \sqrt{h'_1 / (S_{01} l_8)} = \sqrt{9.71 / (0.8466 * 4000)} = 0.0536 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Довжина підсилюючого водогону визначається за формулою

$$= -\frac{4}{3} \times \frac{h'_1 - S_{01} l_8 (\varphi_1 Q_6 - Q)^2}{0.8466 * (1.3 * 0.12 - 0.0536)^2} = 3875 \text{ м.}$$

Задача №2.

Визначити, як зміниться довжина підсилюючого водогону для умов попередньої задачі у випадку блокування всіх водогонів між собою.

Розв'язування типової задачі

При блокуванні водогонів між собою необхідна довжина підсилюючого водогону визначається за формулою

$$l_n = -\frac{4l_1 S_{01} h_3 (\varphi_1 Q_6)^2}{5 S_{01} (\varphi_1 Q_6)^2} = -\frac{4 \cdot 911 \cdot 0.8466 \cdot 4000 \cdot (1.3 \cdot 0.12)^2}{5 \cdot 0.8466 \cdot (1.3 \cdot 0.12)^2} =$$
$$= -\frac{9}{5} \times \frac{38.84 - 82.41}{0.0206} = 3807 \text{ м.}$$

Результат показує, що при блокуванні між собою всіх водогонів довжина підсилюючого водогону дещо зменшується за рахунок того, що в цьому випадку загальна витрата розподіляється по більшій кількості ділянок водогонів.

Задача №3.

Визначити діаметр підсилюючого водогону, який би дозволив збільшити подачу води в вузол підключення існуючих водогонів в φ разів. Існуючі водогони забезпечують подачу Q_6 л/с і мають однакові діаметри з питомим опором $S_{01} = O_{01} = 2.147$ (для витрати в $\text{м}^3/\text{с}$) при довжинах відповідно l_9 та l_{10} . Можлива довжина підсилюючого водогону l_{11} м. Вода подається в водогони насосами з характеристикою

$$H = 84.49 - 0.001Q^2$$

Всі водогони з'єднуються в початковій і кінцевій точках. Чисельні значення прийняти згідно з додатком А.

Розв'язування типової задачі:

Позначимо:

- подачі по першому, другому і підсилюючому водогоних відповідно Q_1 , Q_2 , Q_3 ;
- повні опори водогонів відповідно S_1 , S_2 , S_3 ;
- втрати напорів в водогоних відповідно h_1 , h_2 , h_3 .

Нехай $Q_6 = 110$ л/с, $l_9 = 1500$ м, $l_{10} = 2000$ м, $l_{11} = 1800$ м, $\varphi = 1.3$.

Визначимо величину втрат напору в водогоних до їх підсилення. Враховуючи, що водогони створюють кільце, отримаємо:

$$h_1 = h_2$$

$$\text{Звідки } Q_1 = Q_6 \frac{\sqrt{S_2}}{\sqrt{S_1} + \sqrt{S_2}} = Q_6 \frac{\sqrt{S_{02} l_{10}}}{\sqrt{S_{01} l_9} + \sqrt{S_{02} l_{10}}} = \frac{110 \cdot \sqrt{2.147 \cdot 2000}}{\sqrt{2.147 \cdot 1500} + \sqrt{2.147 \cdot 2000}} = 58.95 \text{ л/с.}$$

Тоді

$$h_1 = h_2 = S_{01} l_9 Q_1^2 = 2.147 \cdot 1500 \cdot 0.05895^2 = 11.19 \text{ м.}$$

При збільшенні подачі в φ разів робоча точка насоса переміщується по характеристиці і знижується на величину, яка визначається за формулою

$$\Delta h = S_{\phi} Q_6^2 (\phi^2 - 1) = 0,001 * 110^2 * (1,3^2 - 1) = 8,35 \text{ м}$$

Визначити величину втрат напорів в водогонах після їх підсилення

$$h_1' = h_1 - \Delta h = 11.19 - 8.35 = 2.84 \text{ м}$$

Після підсилення витрати в усіх водогонах зміняться.

Величину цих витрат можна знайти, враховуючи, що для кільцевої мережі справедливе рішення:

$$h_1' = h_2' = h_3'$$

тобто втрати напорів в кожному водогоні будуть однаковими. Тоді відповідні витрати будуть дорівнювати:

$$Q_1' = \sqrt{\frac{h_1'}{S_{01} l_9}} = \sqrt{\frac{2,84}{(2,147 \times 1500)}} = 0,0297 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_2' = \sqrt{\frac{h_2'}{S_{02} l_{10}}} = \sqrt{\frac{2,84}{(2,147 \times 2000)}} = 0,0257 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_3' = \phi \times Q_6 - Q_1' - Q_2' = 1.3 \times 110 - 29.7 - 25.7 = 87.6 \text{ л/с}.$$

Максимальний допустимий загальний опір підсилюючого водогону визначається за формулою

$$S_3 = h_3' / (Q_3')^2 = 2.84 / 0.0876^2 = 370.1 \text{ (с/м}^3\text{)}^2 \times \text{м},$$

а питомий опір буде

$$S_{03} = S_3 / l_{11} = 370.1 / 1800 = 0.20561 \text{ (с/м}^3\text{)}^2 \times \text{м}.$$

Згідно з питомим опором діаметр підсилюючого водогону приймається рівним 400мм, у якого питомий опір 0,1859 для витрати в м³/с.

