

Канализационная насосная станция

Порядок проектирования КНС

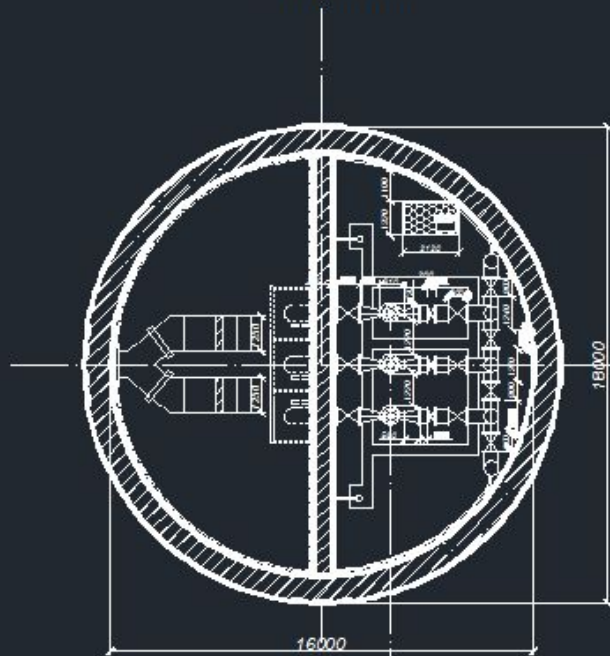
1. Подбор насоса

- Построение графика притока сточных вод;
- Определение $N_{\text{потр.}}$
- Непосредственный подбор насоса
- Уточнение потерь напора в пределах $H_{\text{Ст.}}$ и $N_{\text{потр.}}$
- График совместной работы водоводов и насосов

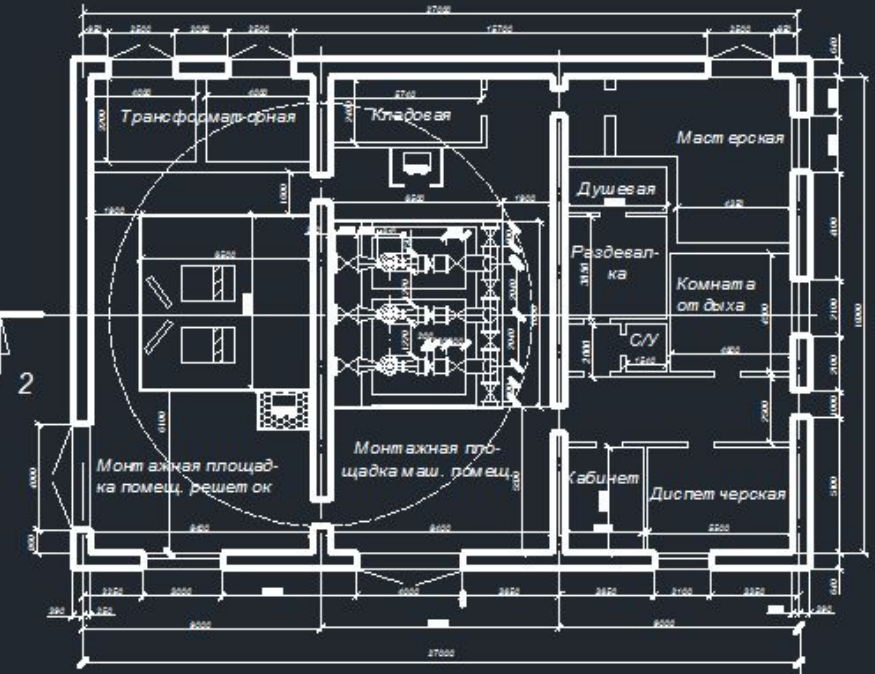
2. Подбор вспомогательного оборудования

- Дренажный насос
- Бак «разрыва струи»
- Установка решеток-дробилок
- Подбор грузоподъемных устройств

Разрез 1-1



План первого этажа



Разрез 2-2

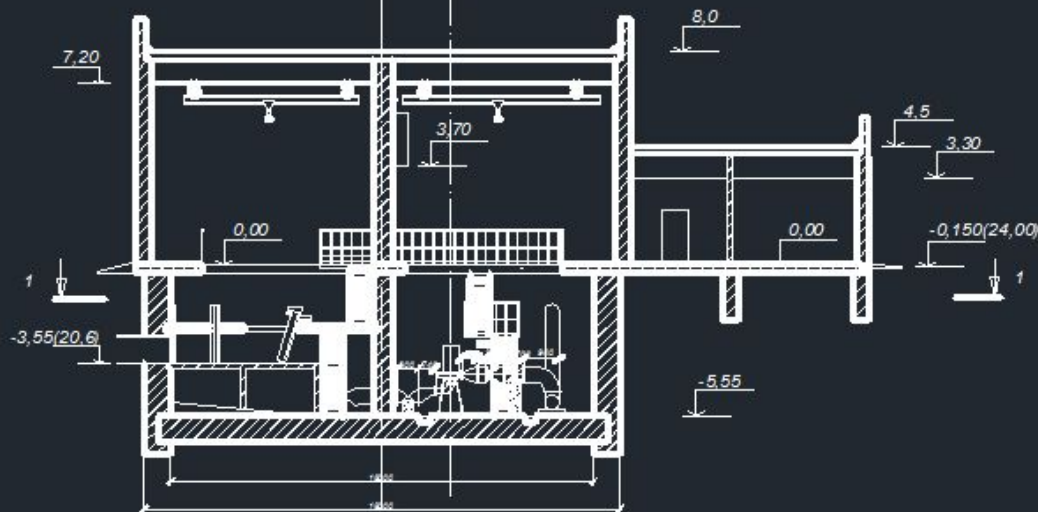
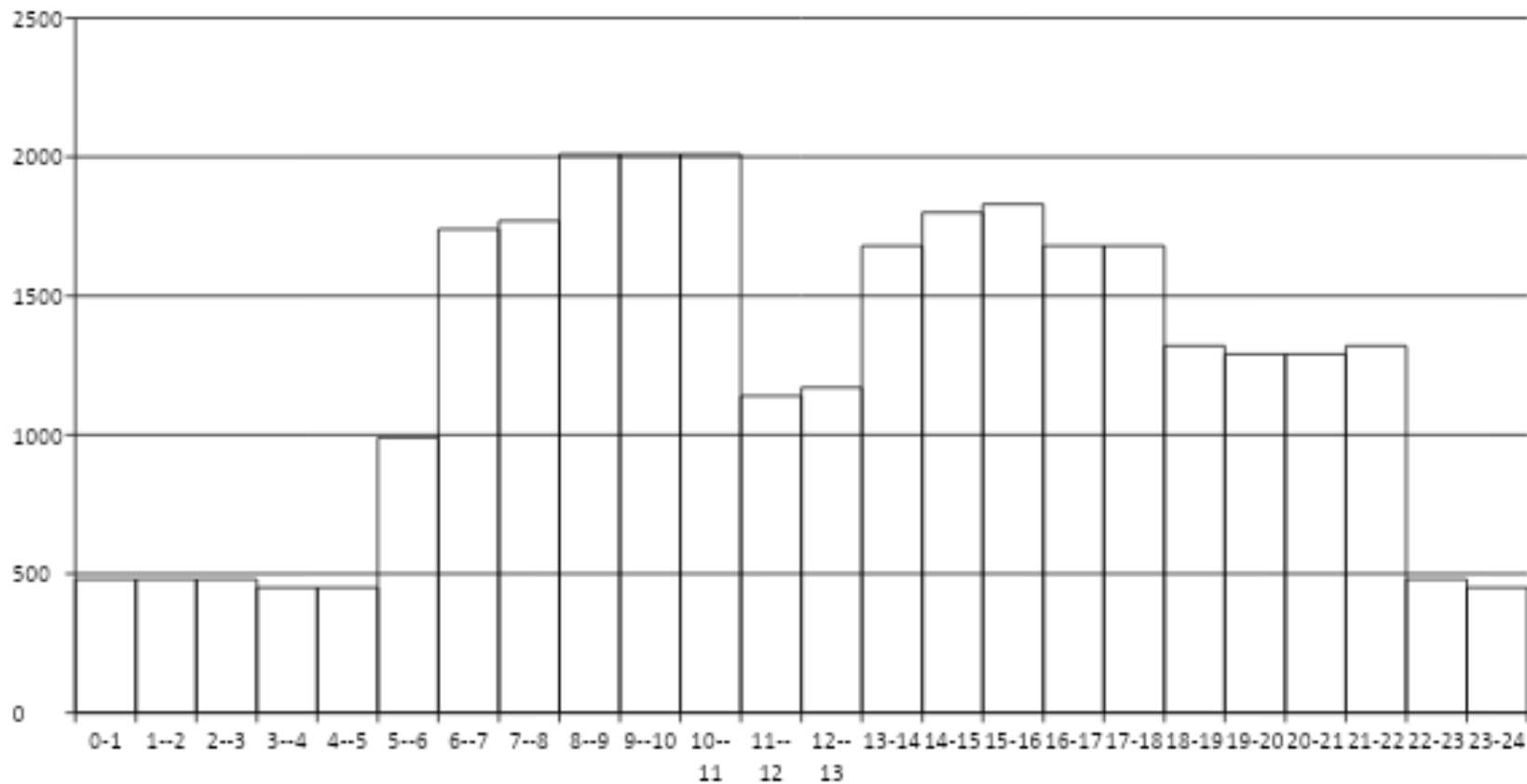


График притока сточных вод



Анализируя график притока, находим час, в который расход, приходящий на КНС, максимален. В час 9-10 $Q_{\text{макс}} = 2010 \text{ м}^3/\text{час} = 558,34 \text{ л/с}$.

В зависимости от максимального расхода подбираем диаметры для всасывающих и напорных водоводов, предварительно решив, что напорных водоводов будет 2, а всасывающих водоводов столько же, сколько и рабочих насосов, т.к. для каждого всасывающий водовод индивидуален:

$$Q_{\text{вс.вод.}} = Q_{\text{макс}}/n = 558.34/2 = 279.17 \text{ л/с};$$

$$Q_{\text{нап.вод.}} = Q_{\text{макс}}/n = 558.34/2 = 279.17 \text{ л/с}$$

По расходу подбираем диаметры, уклоны и скорости для всас. и нап. водоводов:

$$\text{Для всас. водоводов: } d_{\text{всас.}} = 600 \text{ мм}; i_{\text{всас.}} = 0,0025; V_{\text{всас.}} = 1,16 \text{ м/с}$$

$$\text{Для нап. водоводов: } d_{\text{всас.}} = 600 \text{ мм}; i_{\text{всас.}} = 0,006; V_{\text{всас.}} = 1,652 \text{ м/с}$$

Определение $H_{\text{потр.}}$

$$H = z_2 - z_1 + (p_2 - p_1) / \rho g + h_{\text{Н.Ст.}} + h_{\text{нап.}}$$

z_2 – отметка подачи сточных вод на очистные сооружения;

z_1 – отметка воды в приемном резервуаре;

$z_1 = z - \Delta$, где z – отметка дна подводящего трубопровода; Δ - разность отметок подводящего трубопровода и уровня сточных вод в приемном резервуаре, которая принимается равной 1м и таким образом отметка воды в приемном рез-ре будет такова:

$$z_1 = z - \Delta = 20.6 - 1 = 19.6\text{м}$$

$(p_2 - p_1) / \rho g$ - напор на излив, равный 2м;

$h_{\text{Н.Ст.}}$ - потери напора в пределах насосной станции, равные 2,5м;

$h_{\text{нап.}}$ – потери напора в напорных водоводах

$$h_{\text{нап.}} = \beta * i * l = 1.1 * 0.006 * 950 = 6.27\text{м}$$

$$H = 39,8 - 19,6 + 2 + 6,27 + 2,5 = 31\text{м}$$

Подбор насоса

Принимаю 2 рабочих насоса и 1 резервный.

Каждый насос КНС должен обеспечить подачу в $1005\text{ м}^3/\text{ч}$ и напор в 31м.

Принимаю погружной насос типа S2.100.200.650.4.66M.C.350.G.N.D и по графику определяю, что $Q = 1011.6\text{ м}^3/\text{ч}$; $H = 31\text{ м}$; $\eta = 72,5\%$ и делаю вывод о том, что данный насос обеспечит необходимый напор и подачу.

Далее определяю мощность на валу и мощность, потребляемую двигателями:

$$N_{\text{В}} = 1000 * 9.81 * 1015.2 * 31 / (1000 * 0.725 * 3600) = 117.87\text{ кВт}$$

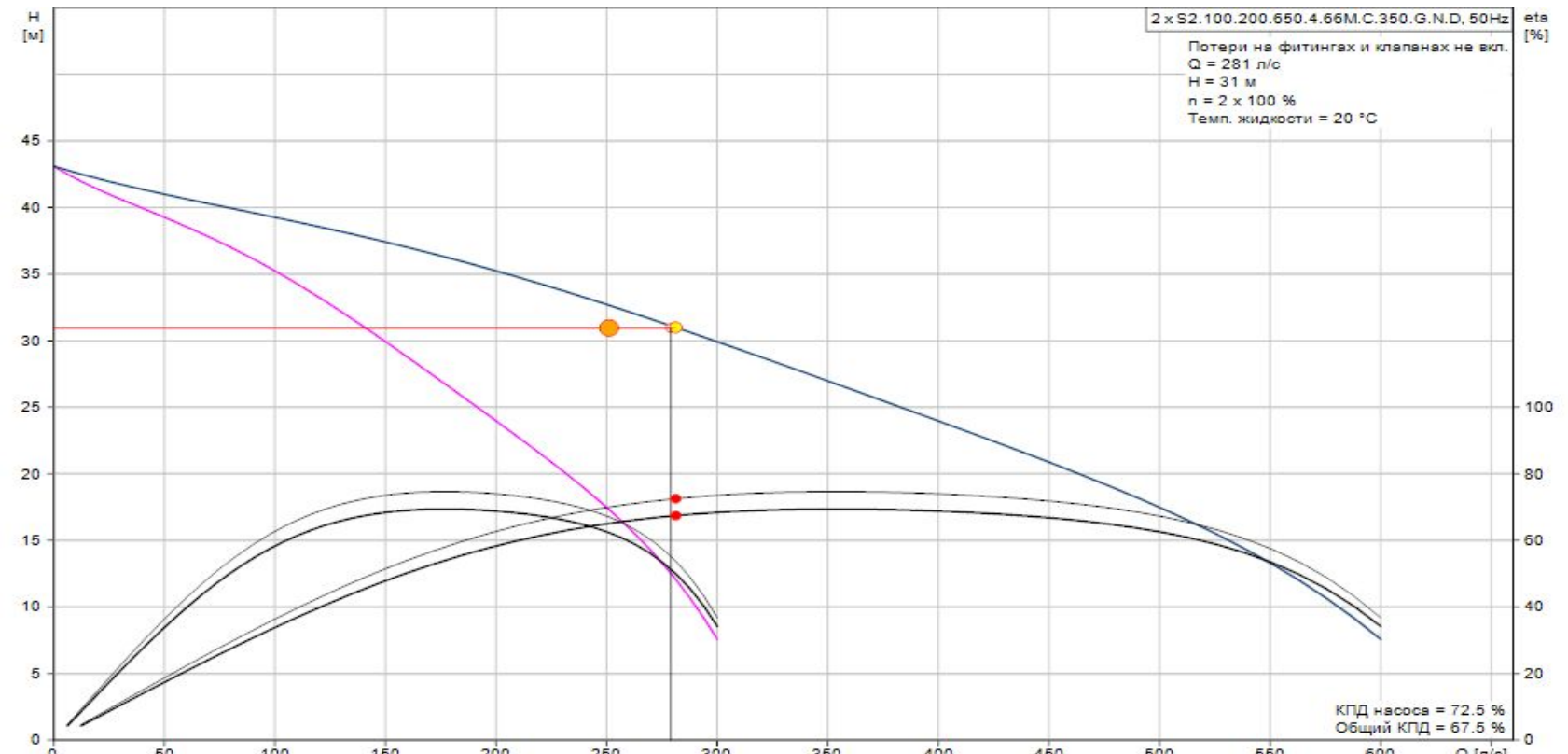
$$N_{\text{дв.}} = 1,15 * 117,87 = 135,55\text{ кВт}$$

Принимаю электродвигатель марки MMG315MA-G с $N_{\text{дв}} = 160\text{ кВт}$.

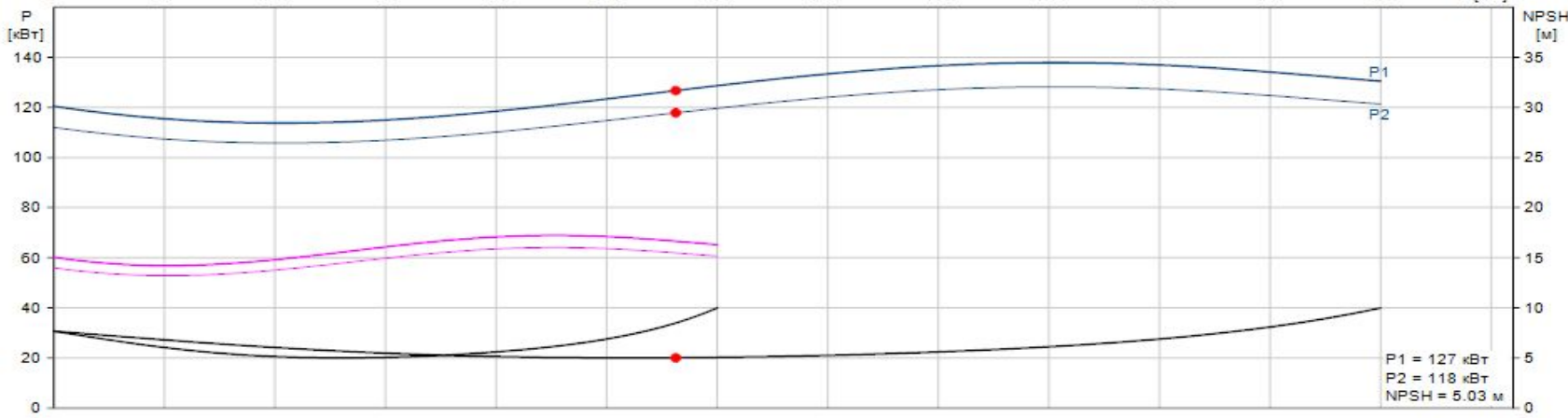
2 x S2.100.200.650.4.66M.C.350.G.N.D, 50Hz

eta [%]

Потери на фитингах и клапанах не вкл.
Q = 281 л/с
H = 31 м
n = 2 x 100 %
Темп. жидкости = 20 °C



КПД насоса = 72.5 %
Общий КПД = 67.5 %



P1 = 127 кВт
P2 = 118 кВт
NPSH = 5.03 м



Определение объема приемного резервуара

Минимальная вместимость приемного резервуара может быть определена по формуле:

$$W_{\min} = Q_{\min} / n * (1 - Q_{\min} / Q_{\text{Н.Ст.}}) = 450 / 10 * (1 - 450 / 2010) = 35.92 \text{ м}^3 =$$

Принимаем объем приемного резервуара равным 40 м^3 .

Дно его устраивается с уклоном в 0,1 в сторону прямков всасывающих труб. В прямке у нерабочих насосов возможно выпадение осадка и, чтобы исключить возможность скапливания его в обильных количествах, предусмотрены трубопроводы, в которые вода поступает от напорного водовода. Взмученный осадок забирается насосами и выводится за пределы КНС.

Уточнение потерь напора в пределах Н.Ст.

$$\begin{aligned}
 h_{BC} &= \zeta_{\text{всас}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta_{\text{колено}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + i \cdot l + \zeta_{\text{задв}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta_{\text{переход}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + i \cdot l = \\
 &= 0.1 \cdot \frac{1.16^2}{19.6} + 0.5 \cdot \frac{1.16^2}{19.6} + 0.1 \cdot \frac{1.16^2}{19.6} + 0.25 \cdot \frac{1.16^2}{19.6} + 0.0025 \cdot (0.7 + 0.7) = 0,0655 \text{ м}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_{НАП} &= \zeta_{\text{переход}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta_{\text{обр.кл.}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta_{\text{задв}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta_{\text{колено}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + i \cdot l + 3 \cdot \zeta_{\text{задв}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + 6 \cdot i \cdot l + \\
 &+ 3 \cdot \zeta_{\text{тр}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta_{\text{колено}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,25 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + 0,17 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + 0,5 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + 0,1 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + \\
 &3 \cdot 0,1 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + 3 \cdot 1,5 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + 0,5 \cdot \frac{1.652^2}{19.6} + 0.006 \cdot (6 \cdot 0.8 + 0.3) = 0.91 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Уточнение значения $H_{потр}$.

$$H_{потр} = H_{ст} + \sum h$$

$$\sum h = h_{вс\ вод} + h_{нап\ вод} + h_{H.Cт.} = 0,91 + 0,0655 + 6,27 = 7,25\text{ м}$$

$$H_{потр} = 22,2 + 7,24 = 29,44\text{ м}$$

Т.к. разница между потребным напором и напором насоса менее 2 м, то обточка рабочего колеса нам не требуется.

Анализ совместной работы водоводов и насосов

1). Нормальный режим работы

$$H = H_{\text{ст.}} + \sum h_p$$

$$\sum h_p = \sum S \cdot Q^2$$

$$H_{\text{ст.}} = 22,2 \text{ м}$$

$$\sum S = S_{\text{Н.Ст.}} + S_{\text{всас.}} + S_{\text{нап.}}$$

$$S_{\text{нап}} = \frac{\beta \cdot K_{1\text{нап}} \cdot A_{\text{нап}} \cdot l_{\text{нап}}}{m_{\text{нап}}^2} = \frac{1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,09928 \cdot 950}{2^2} = 25,93 \frac{\text{с}^2}{\text{м}^5}$$

β - коэффициент учитывающий местные потери, $\beta = 1,1$.

A – удельное сопротивление принимаемое по табл. Шевелева.

$$A_{600} = 0,09928$$

K_1 - поправочный коэффициент.

$$K_1 = 1,0, \text{ при } V_{600} = 1,652 \text{ м/с.}$$

$L_{\text{нап}} = 950 \text{ м}$ - длина напорного водовода.

m - количество нитей водовода.

$$S_{всас} = \frac{h_{всас}}{Q_{расч}^2} = \frac{0.0655}{0.558^2} = 0.21 \frac{с^2}{м^5};$$

$$S_{сети} = \frac{h_{сети}}{Q_{расч}^2} = \frac{0.975}{0.558^2} = 3.132 \frac{с^2}{м^5};$$

$$S = 0.21 + 3.132 + 25.93 = 29.72 \frac{с^2}{м^5} = 0,000004 \text{ час}^2 / \text{м}^5$$

Уравнение характеристики сети для нормального режима:

$$H = 22,2 + 0,000004 * Q^2 =$$

Q	0	100	200	300	400	500	600
H	22,2	22,24	22,36	22,56	22,84	23,2	23,64

2). Авария на напорном водоводе

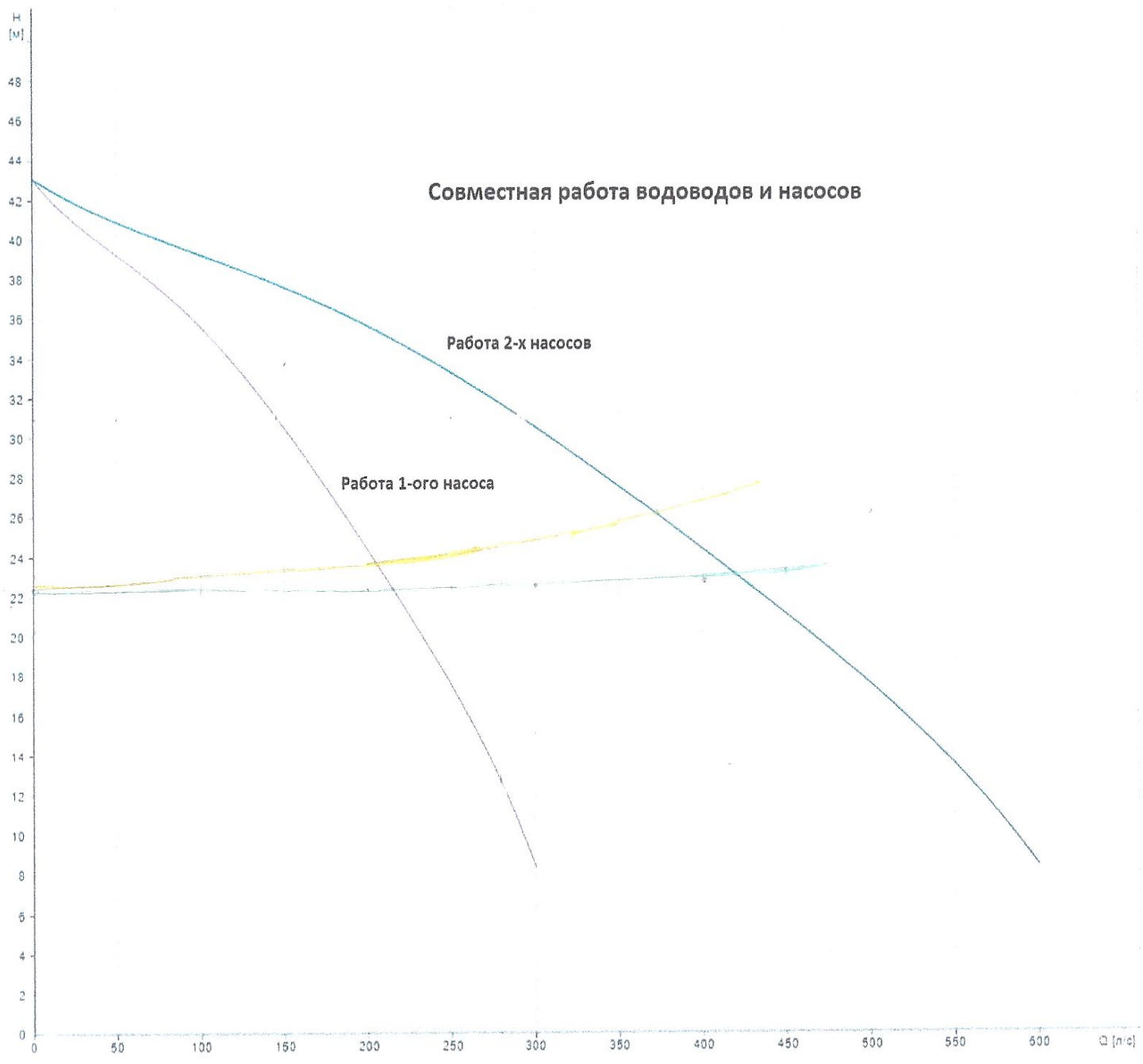
$$S_{нап} = \frac{\beta \cdot K_{1нап} \cdot A_{нап} \cdot l_{нап}}{m_{нап}^2} = \frac{1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,09928 \cdot 950}{1^2} = 103,74 \frac{с^2}{м^5}$$

$$S = 0.21 + 3.132 + 103.74 = 107.1 \frac{с^2}{м^5} = 0,00000152 \text{ час}^2 / \text{м}^5$$

Уравнение характеристики сети при аварийном режиме:

$$H = 22,2 + 0,00000152 * Q^2$$

Q	0	100	200	300	400	500	600
H	22,2	22,352	22,808	23,568	24,632	26	27,672



Совместная работа водоводов и насосов

Работа 2-х насосов

Работа 1-ого насоса

Работа 1-ого напорного и 2-х всасывающих водоводов

Нормальный режим работы

Подбор вспомогательного оборудования

$$Q_d = (1,5-2) * (\sum q_1 + q_2), \text{ где}$$

где $\sum q_1$ - суммарные утечки через сальники (0,1 л/с);

q_2 - фильтрационный расход через стены и пол здания;

$$q_2 = 1,5 + 0,001W,$$

где W - объем машинного зала, расположенного ниже максимального уровня грунтовых вод, м³.

$$\begin{aligned} q_2 &= 1,5 + 0,001 * ((3,14 * 8^2 / 2 * 3,434) - (0,35 * 16 * 3,434)) = 1,826 \text{ л/с} \\ &= 2 * (0,1 + 1,826) = 3,852 \text{ л/с} \end{aligned}$$

Принимаю насос типа ВКС 5/24 с такими характеристиками:

$$Q = (2,38-5,4) \text{ л/с}; H = 20-70 \text{ м}; N = 10 \text{ кВт}; m = 180 \text{ кг}$$

Бак «разрыва струи»

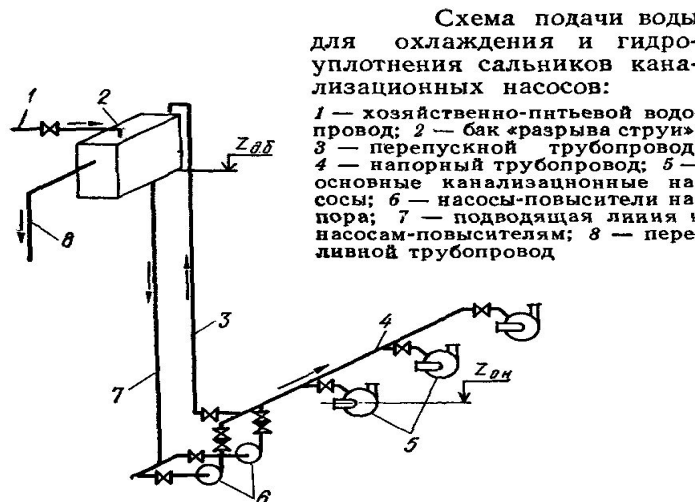
Насосная станция оборудована 2-я рабочими и 1-м резервным насосами типа S2.100.200.650.4.66M.C.350.G.N.D, который развивает $H = 31$ м. Оси насосных агрегатов заглублены относительно пола 1-ого этажа на 4 м. Подача насосов больше $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$, поэтому вместимость бака «разрыва струи» принимаем 4 м^3 . Напор насосов тех. трубопровода:

$$H_{\text{т.в.}} = 31 - (3,7 + 4) + 10 = 33,3 \text{ м}$$

Подача технической воды к 2-м рабочим насосам составит:

$$Q_{\text{т.в.}} = 0,5 * 2 = 1 \text{ л/с} = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подбираю насос ВКС 4/24 с подачей 1,58-4,3 л/с и напором 20-70 м.



Установка решеток

В станциях водоотведения стоки перед попаданием в насосы должны пройти через специальные соросодерживающие решетки. Задержанный на решетках крупный мусор измельчается на дробилках и опять сбрасывается в лоток со сточной жидкостью. В настоящее время наиболее прогрессивным решением для предварительной очистки сточных вод считается установка решеток-дробилок – механизмов, совмещающих в себе задержание и измельчение крупного мусора. В помещении решеток располагаются два подводящих канала, перекрытых рифленным железом, в которых устанавливаются решетки-дробилки РД-600 – 1 рабочая, 1 резервная.

Габариты и технические данные решеток-дробилок РД-600:

- Суточная подача насосной станции, 32000 м³/час
- Длина – 1340мм;
- Ширина – 1250мм;
- Высота – 2170мм;
- Масса – 1.8т;
- Мощность мотор-редуктора - 1,5кВт.

