

1) Найдите отметку оси насоса _____
n=_____об/мин, если насос работает в пределах расходов от _____ до _____ м³/ч. Отметки максимального и минимального уровня воды в водоисточнике соответственно равны _____ и _____ м. Диаметр всасывающего трубопровода d = _____ мм, длина l = _____ м, $\sum \zeta =$ _____, _____ С.

Отметка оси насоса исходя из наихудших условий его эксплуатации, не допускающей работы в кавитационном режиме, определяется по формуле

$$\downarrow \text{ОН} = \downarrow \text{УНВ} + \underline{H_{\text{зв}}}, \underline{\text{м.}}$$
 (4.1)

где $\downarrow \text{УНВ}$ – отметка уровня нижних вод во всасывающем отделении берегового колодца;

$\underline{H_{\text{зв}}}$ – геометрическая высота всасывания.

Геометрическую высоту всасывания можно установить по формуле, имея рабочие характеристики насоса:

$$\underline{H_{\text{зв}}} = H_a - h_t - \underline{h_{\text{мс}}} - \underline{\Delta h_{\text{доп}}}, \underline{\text{м.}}$$
 (4.2)

где $\underline{H_a}$ – атмосферное давление, соответствующее данной высоте местности, $H_a = 10$ м (для Омской области);

h_t – давление насыщенных паров жидкости при наибольшей температуре перекачиваемой жидкости, м (принимается по табл. 4.1);

Таблица 4.1

Значения давления насыщенных паров жидкости

T°С	10–12	20	25	30	50	80	100
$h_{\text{т}}$, м	0,2	0,24	0,3	0,43	1,25	4,82	10,38

$\Delta h_{\text{доп}}$ – допустимый кавитационный запас, снятый с характеристики насоса для невыгодных условий эксплуатации, м;

$h_{\text{мс}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, соответствующие наибольшему расходу $Q_{\text{н}}$, м.

Потери напора во всасывающих и нагнетательных трубопроводах складываются из местных и путевых сопротивлений:

$$h_{тв} = h_{тв}^{мест} + h_{тв}^{пут} , \text{ М ;}$$

Потери напора на трение по длине трубопровода следует определять по $h_{ТБ}^{пут} = A \cdot K \cdot l \cdot Q^2$

Потери напора в различных местных сопротивлениях определяются по $h_{ТБ}^{мест} = \sum \zeta \cdot \frac{v_{ТБ}^2}{2g}$ [3](#).

Значение коэффициентов местных сопротивлений можно принять по данным справочника.



2) Подберите насос производительностью _____ м³/ч, если геометрическая высота подъема $H_{гп}$ = _____ м, длина трубопровода L = _____ м. Диаметр напорного трубопровода принять самым, всасывающий трубопровод не учитывать.

Расчетный напор насоса определяют как сумму геометрической высоты подъема воды и потерь напора во всасывающем и напорном трубопроводах:

$$H_p = H_{ГП} + h_{тв} + h_{тн} + h_{изл}, \text{ м,}$$



где $H_{ГП}$ — геометрическая высота подъема
воды, м;

$h_{тв}$ — потери напора во всасывающем
трубопроводе, м;

$h_{тн}$ — потери напора в нагнетательном
трубопроводе, м;

$h_{изл}$ — запас на излив, обычно
принимаемый 1,5...2 м.



Потери напора на 1 м трубопровода также определяются с помощью следующей формулы:

$$h_{общие} = \frac{(1000i) \cdot l}{1000} \quad \text{м}$$

где l – длина водовода (снятая с плана трассы и переведенная в метре);

$1000i$ – потери напора на 1000 метров, взятые из [\[таблицы Шевелева\]](#) в зависимости от расхода и диаметра.

3) Определите напор работающего насоса, если показатели манометра и вакуумметра соответственно _____ кгс/см² и _____ кгс/см². Приборы установлены на одной оси и диаметры всасывающего и напорного трубопровода равны

В первом случае на действующей насосной установке устанавливают контрольно-измерительные приборы (манометр и вакуумметр) – для установки с положительной высотой всасывания (рис. 1), по показаниям которых определяют полный напор насоса по формуле

$$H_{np} = H_{вак} + H_{ман} \pm a + \frac{v_{TH}^2 - v_{TB}^2}{2q}, \text{ м}, \quad (1.2)$$

где $H_{вак}$ – показания вакуумметра (вакуумметрическая высота всасывания), м;

$H_{ман}$ – показания манометра (манометрическая высота нагнетания), м;

a – расстояние по вертикали между цапфой манометра и точкой присоединения трубки вакуумметра к всасывающей трубе, м (рис. 1);

$\frac{v_{TH}^2 - v_{TB}^2}{2q}$ – разница скоростных напоров в нагнетательной и всасывающей трубе, м.

4) Определите напор работающего насоса, установленного под залив, если показания манометров соответственно равны _____ и _____ кгс/см². Приборы установлены на одной оси. Диаметр всасывающего трубопровода _____ мм, напорного _____ мм и расход насоса _____ л/с.

Напор насоса насосной установки с отрицательной высотой (насос установлен под залив, [рис. 2](#)) всасывания равен разности манометрических напоров на его выходе и входе плюс разность скоростных напоров на выходе и входе плюс расстояние по вертикали между теми точками жидкости, где давления соответствуют показаниям манометров на выходе и входе.

$$H = H_{\text{ман.вых}} - H_{\text{ман.вх}} \pm a + (v_{\text{тн}}^2 + v_{\text{тв}}^2) / 2g. \quad (1.3)$$

На входе насоса установки, имеющей отрицательную высоту всасывания, устанавливают манометр, так как давление там выше атмосферного.



По полученным расчетным диаметрам подбирают стандартные трубы и уточняют скорости течения воды в них.

$$V = \frac{4Q}{\pi d_{cm}^2} \quad \text{м/с}$$

где d_{cm} – стандартный внутренний диаметр трубы, м.

5) Подберите насос производительностью $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/ч с напором $\underline{\hspace{2cm}}$ м и выполните моделирование путем обточки диаметра рабочего колеса.

Для определения нового числа оборотов или диаметра обточенного колеса строим кривую пропорциональности:

29

$$Q = a\sqrt{H} \quad (3.8)$$

где a – коэффициент пропорциональности, определяемый по расчетному расходу Q_p и расчетному напору H_p , т. е.

$$a = \frac{Q_p}{\sqrt{H_p}} = \frac{240}{\sqrt{52}} = 33,28,$$

тогда $Q = 33,28\sqrt{H}$.

Задавая значения Q в пределах подачи насоса, определяют H :

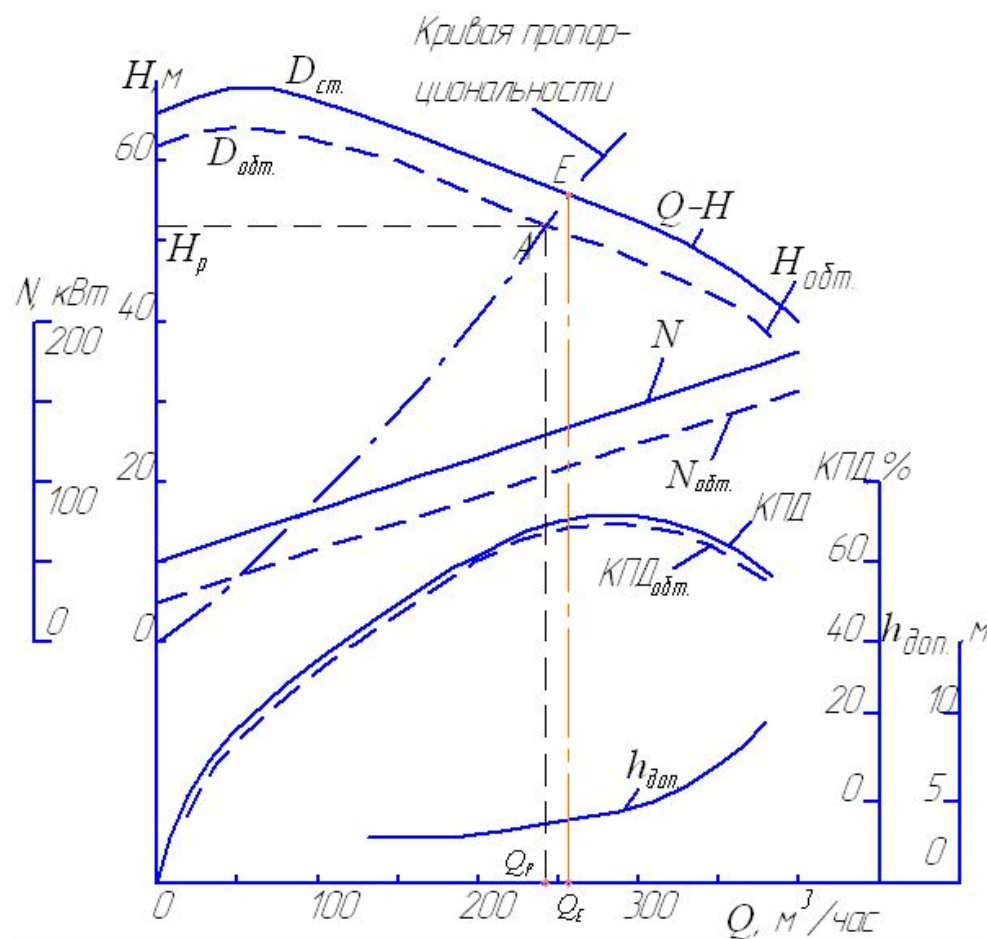
$$H = \frac{Q^2}{a^2} \quad (3.9)$$

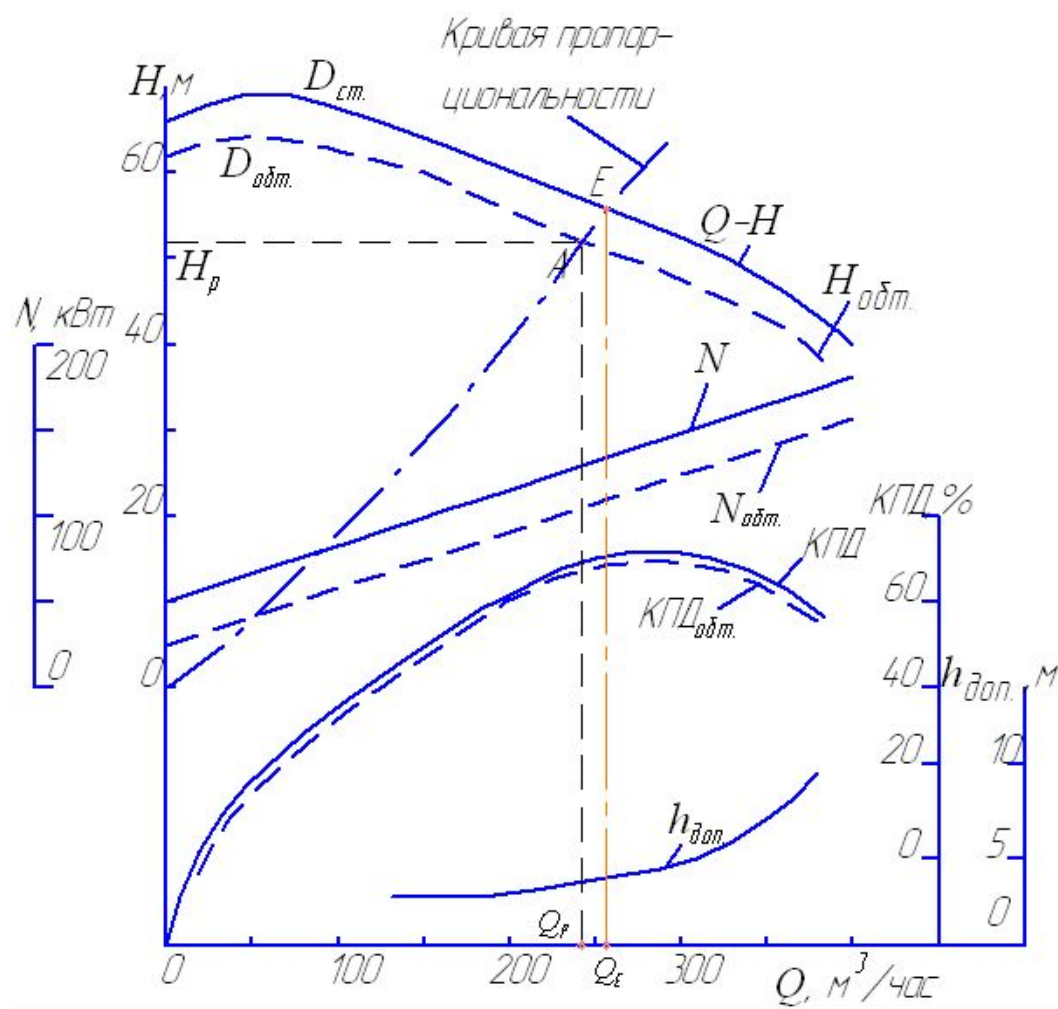
Результаты расчета помещают в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Координаты кривой пропорциональности $Q = a\sqrt{H}$

Q, л/с или м³/ч	100	200	300	400
H, м	10	40	81,26	160





$$D_{отт} = \frac{D_{ст} Q_p}{Q_E}, \text{ мм.} \quad (3.11)$$

6) Как изменяются параметры насоса _____, если рабочее колесо обточить до _____ мм.

Модуль подобия при обточке диаметра рабочего

$$i_{обт} = \frac{D_{обт}}{D_{ст}}, \quad (3.16)$$

Пересчет рабочих характеристик ведут в табличной форме (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Пересчет рабочих характеристик насоса

$D_{ст} = \dots \text{ мм}$				$D_{обт} = \dots \text{ мм}$			
η	Q	H	N	$\eta_{обт}$	$Q_{обт}$	$H_{обт}$	$N_{обт}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Для этого с характеристики насоса для стандартного диаметра при определенных значениях Q снимают величины η , H и N (графы 1, 2, 3 и 4). Новые значения $Q_{обт}$, $H_{обт}$, $N_{обт}$ пересчитывают по формулам 3.14 или 3.15. При пересчете характеристик для обточенного диаметра рабочего колеса при $n_s = 60 \dots 120 \text{ об/мин}$ КПД насоса уменьшается на 1% на каждые 10% обточки. При $n_s > 120 \text{ об/мин}$ КПД насоса уменьшается на 1% на каждые 4% обточки колеса. Новые характеристики насоса для обточенного диаметра показаны пунктиром (рис. 6).