

Проектирование водопроводной насосной станции II подъема.

Разработал: старший преподаватель
Микрюкова Е.М.

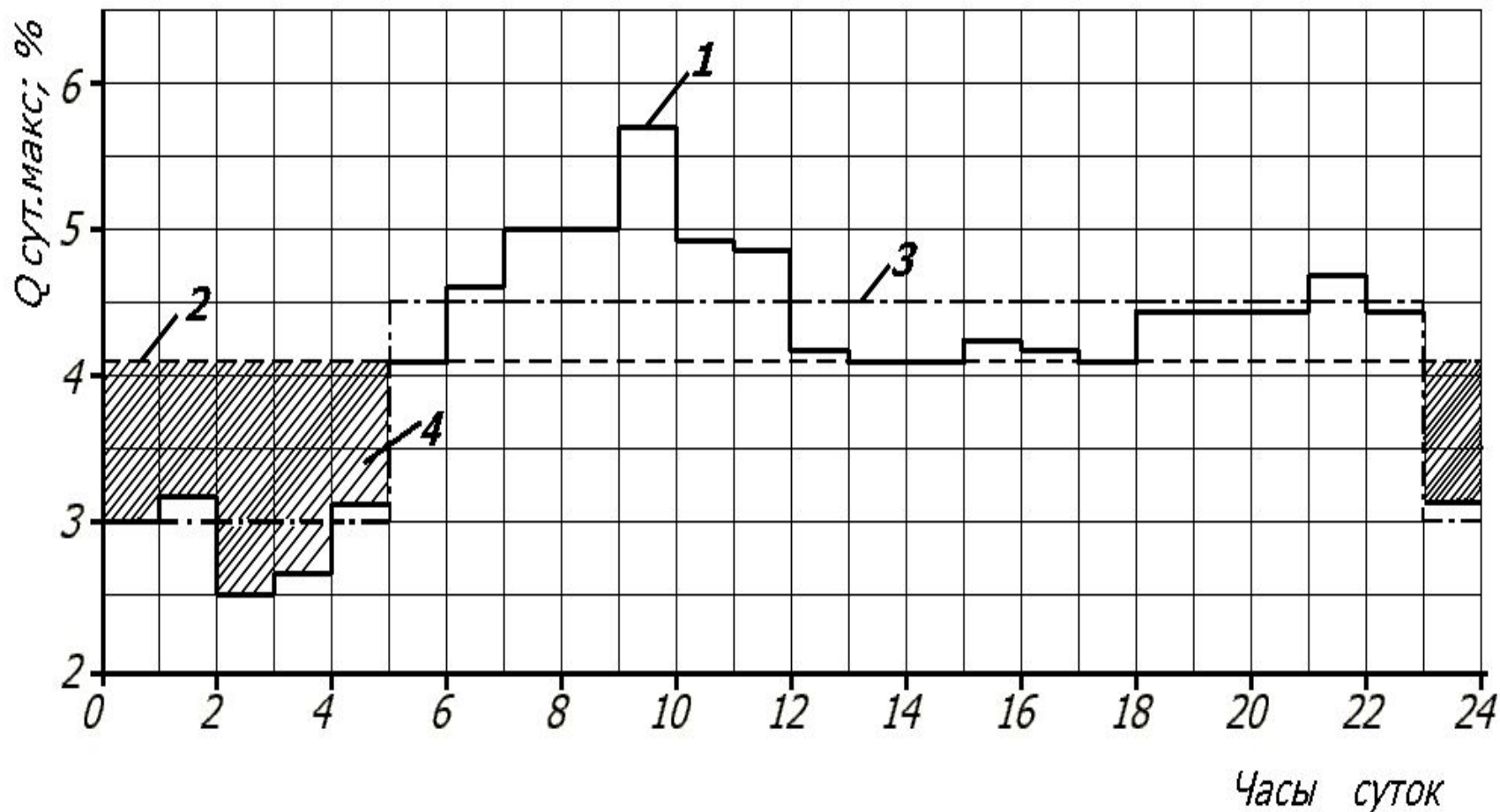
Определение расчетной подачи насосной станции. Проектирование ВОДОВОДОВ

К I категории относятся насосные станции на объединенном водопроводе, обеспечивающим пожаротушение.

Кo II категории относятся насосные станции, обслуживающие населенные пункты с числом жителей до 5000 чел. (максимальный суточный расход до $3000 \text{ м}^3/\text{сут}$), при расходе воды на наружное пожаротушение не более 10 л/с допускается противопожарное водоснабжение предусматривать из резервуаров или водоемов.

Насосное оборудование подбирается на подачу расчетного расхода в час максимального водоразбора и проверяется на подачу пожарного расхода, транзитного расхода в башню (при схеме с контррезервуаром), расчетного расхода при аварии на одной из ниток водоводов.

I. Совмещенный график ступенчатого водопотребления и работы насосов.



1 – водопотребление; 2,3 – подача насосов соответственно равномерная и ступенчатая; 4 – регулирующая емкость.

Определение подачи и выбор Н.С. удобно производить по совмещенному графику водопотребления водоподачи Н.С.

По соотношению $t_{\max}$ и $t_{\min}$ водопотребления назначают количество работы Н.С.

Трехступенчатый режим работы Н.С. :

$$Q_{\max} / Q_{\min} > 3 \quad (1)$$

Двухступенчатый режим работы Н.С. :

$$Q_{\max} / Q_{\min} = 1,5 \sim 3 \quad (2)$$

При этом необходимо соблюдать следующее условие :

$$Q_1 t_1 + Q_2 t_2 + Q_3 t_3 = 100\% \quad (3)$$

где Q_1, Q_2, Q_3 - подача насосов 1й, 2й, 3й ступени, %;

t_1, t_2, t_3 - время работы каждой ступени

Подачу НС находят по проценту часового потребления (приложение Б): максимальному $P_{\text{макс}}$, уменьшенному в связи с наличием регулирующей ёмкости на 10%, и минимальному $P_{\text{мин}}$, увеличенному на 10% для её наполнения

$$Q_{\text{ст.макс}} = 0,9 P_{\text{макс}} Q_{\text{сут}} / 100,$$

$$Q_{\text{ст.мин}} = 1,1 P_{\text{мин}} Q_{\text{сут}} / 100,$$

где $Q_{\text{ст}}$ – подача НС, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_{\text{сут}}$ – потребление воды городом, $\text{м}^3/\text{сут}$.

В случаях аварии на водоводах и пожара НС должна подать

$$Q_{\text{ав}} \geq 0,7 Q_{\text{ст.макс}},$$

$$Q_{\text{пож}} \geq Q_{\text{ст.макс}} + q$$

где q – расчётный расход на тушение пожаров.

Наибольший часовой расход воды ($Q_{\text{ч.мах}}, \text{м}^3 / \text{ч}$) в сутки наибольшего водопотребления называется расчетным и определяется по формуле :

$$(4) \quad Q_{\text{ч.мах}} = K_{\text{ч.мах}} (Q_{\text{сут.мах}} / 24)$$

где $Q_{\text{сут.мах}}$ – максимальный суточный расход, в $\text{м}^3/\text{сут}$, определяется согласно заданию на проектирование;
 $K_{\text{ч.мах}}$ – коэффициент часовой неравномерности.

Регулирующий объем башни принимается равным 2,5— 6 % суточного водопотребления.

Максимальный объем резервуара типовой водонапорной башни 800 м^3 . Расчетная подача насосной станции определяется подбором: линия, соответствующая $Q_{\text{нс}}$, подбирается на графике часового водопотребления таким образом, чтобы площадь графика, расположенная выше этой линии и представляющая собой регулирующий объем

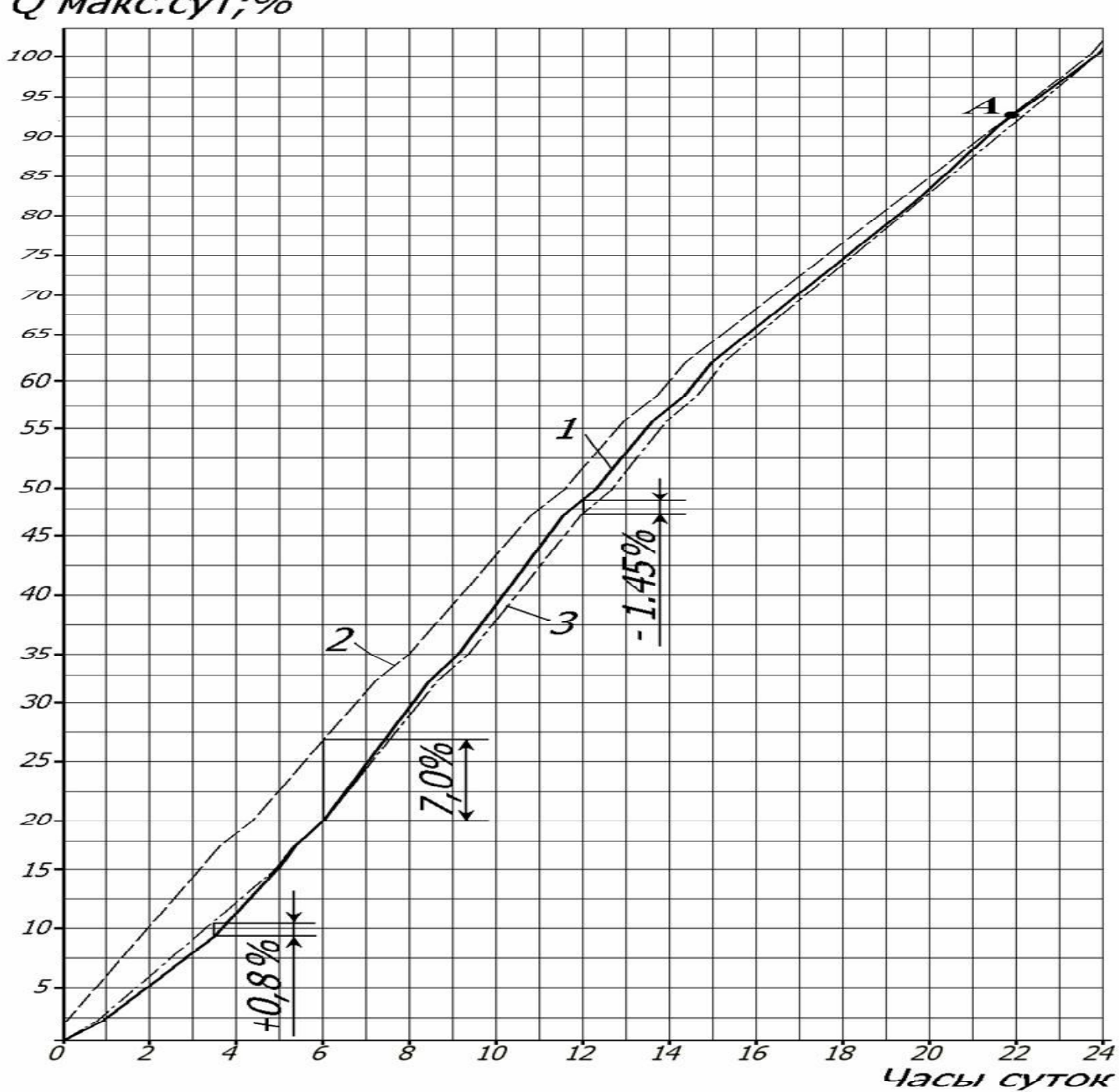
Для принятого графика водопотребления задают режим работы насосной станции таким образом, чтобы он возможно точнее соответствовал графику водопотребления, а число изменений режима работы не превышало 3...4 в сутки. В зависимости от принятого значения коэффициента неравномерности ($K_{ч.маx}$) рекомендуются следующие варианты режима работы насосной станции:

1. При $K_{ч.маx}$ менее 1,4 - с 23 до 6 часов работают 2 насоса с общей подачей 3,35...3,36 % от $Q_{сут.маx}$, с 6...23 часов работают 3 насоса с общей подачей 4,5 % от $Q_{сут.маx}$.
2. При $K_{ч.маx}$ менее 1,4 - с 23 до 5 часов работают 2 насоса с общей подачей 3,0% от $Q_{сут.маx}$, с 5...23 часов работают 3 насоса с общей подачей 4,55 % от $Q_{сут.маx}$.
3. При $K_{ч.маx}$ менее 1,4 - с 0 до 8 часов работают 2 насоса с общей подачей 3,30 % от $Q_{сут.маx}$, с 8...24 часов работают 3 насоса с общей подачей 4,6 % от $Q_{сут.маx}$.
4. При $K_{ч.маx}$ более 1,3 - с 0 до 4 часов работает 1 насос с подачей 2,5 % от $Q_{сут.маx}$, с 4...24 часов работают 2 насоса с общей подачей 4,5 % от $Q_{сут.маx}$.

Принятые графики водопотребления и режим работы насосов по часам суток целесообразно совмещать в таблице 1.

Таблица 1. Водопотребление и режим работы насосов.

Часовые промежутки	Расход воды в % от $Q_{\text{сут.мах}}$	Подача воды насосами в % от $Q_{\text{сут.мах}}$	Поступление в резервуар (гр.3-гр.2)	Расход из резервуара (гр.2-гр.3)	Остаток в резервуаре
1	2	3	4	5	6
0 – 1					
1 – 2					
2 – 3					
3 – 4					
4 – 5					
5 – 6					
6 – 7					
...					
23 - 24					



II. При определении общего объема резервуара водонапорной башни следует учитывать, что кроме регулирующей емкости резервуар еще должен содержать противопожарный запас воды, т. е. общий объем резервуара :

$$(5) \quad W_p = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}}$$

где w_p – общий объем резервуара, м³;
 $w_{\text{рег}}$ – регулирующий объем резервуара, м³;
 $w_{\text{пож}}$ – противопожарный запас, м³.

Пожарный объем в баках водонапорных башен должен рассчитывать на десятиминутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожара при одновременном наибольшем расходе на другие нужды, то есть :

$$w_{\text{пож}} = (q_{\text{хоз}} + q_{\text{пож}}^{\text{нар}} + q_{\text{пож}}^{\text{вн}}) 60 * 10 / 1000 \quad (6)$$

где $q_{\text{хоз}}$ – максимальный хозяйственный расход воды из водопроводной сети, л/с;
 $q_{\text{пож}}^{\text{нар}}$ – расход на тушение одного наружного пожара, л/с, принимается по заданию;
 $q_{\text{пож}}^{\text{вн}}$ – расход на тушение одного внутреннего пожара, ориентировочно можно принять 5 л/с.

Требуемую аккумулирующую емкость определяют по интегральному графику как сумму абсолютных величин максимальных отрицательной и положительной разностей ординат кривых подачи и водопотребления.

Зная емкость бака водонапорной башни, назначают основные его размеры - диаметр D и высоту H_6 , учитывая, что $H_6 = (0,7 - 0,8) D$.

Регулирующий объем, m^3 , определяется по формуле :

$$(9) \quad W_{\text{рег}} = \alpha Q_{\text{сут. max}} / 100$$

где α – максимальный остаток в баке , согласно табл. 1 .

Количество водонапорных башен определяется по формуле :

$$(10) \quad n = W_p / W$$

III. Вместимость резервуаров чистой воды (РЧВ) определяется по формуле :

$$(7) \quad W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} + W_{\text{пр}}$$

где $W_{\text{рег}}$ – регулирующий объем, м³.
 $W_{\text{пож}}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м³.

$W_{\text{пр}}$ – запас воды на промывку фильтровальных сооружений, м³.

Неприкосновенный противопожарный запас воды рассчитывается на 3-х часовую продолжительность пожаротушения из наружных пожарных гидрантов и внутренних пожарных кранов :

$$(8) \quad W_{\text{пож}} = (\sum q_{\text{п}}^{\text{н}} + \sum q_{\text{п}}^{\text{в}}) 3 * 3600 / 1000$$

Запас воды на промывку фильтровальных сооружений

Таблица 2. Определение объем РЧВ.

Часовые проме - жутки	Подача воды насосами I – го подъема	Подача воды насосами II– го подъема	Поступле - ние в резервуар, в % (гр.2-гр.3)	Остаток в резер - вуаре ,в %
1	2	3	4	5
0 – 1				
1 – 2				
2 – 3				
3 – 4				
4 – 5				
5 – 6				
6 – 7				
. . . .				
23 - 24				
Итого	100	100		

Общее число резервуаров должно быть **не менее двух**. При выключении одного из них в остальных должно храниться не менее 50% пожарного объема воды.

Выбираются типовые железобетонные резервуары по приложению 5 методички и определяются отметки:

- дна резервуара ;
- верха неприкосновенного противопожарного запаса ;
- верха полного объема воды в РЧВ.

Отметку верхнего уровня воды в РЧВ рекомендуется назначать на 1-1,5 м выше отметки земли на площадке очистных сооружений.

IV. Определяется расчетная производительность насосов для трех режимов работы насосной станции:

- для 1-го – при подаче воды насосами 1-ой ступени в водонапорную башню, расположенную в начале сети (в сеть с контррезервуаром в час максимального водопотребления) при исправных водоводах и оборудовании, $\text{м}^3 / \text{ч}$:

$$Q_1 = K_1 Q_{\text{сут.max}}/100 \quad (10)$$

или , л /с :

$$q_1 = Q_1 1000/3600 \quad (11)$$

- **для 2-го** – при подаче воды насосами в сеть во время пожара в часы I ступени , м³ / ч :

$$Q_2 = Q_1 + \Sigma q_{\text{пож}} * 3600 / 1000 \quad (12)$$

или , л /с :

$$q_2 = Q_2 1000/3600 \quad (13)$$

- **для 3-го** – при подаче воды насосами в водонапорную башню (контррезервуар) в часы 1-ой ступени при аварии на водоводе , м³ / ч :

(13)

или , л /с :

$$Q_3 = 0,7Q_1$$

$$q_3 = Q_3 \cdot 1000/3600 \quad (14)$$

V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА, МАТЕРИАЛА И ДИАМЕТРА ВСАСЫВАЮЩИХ И НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

Водоводы всасывающих линий рекомендуется проектировать из **металлических труб**. Количество **всасывающих линий** должно быть **не менее двух**.

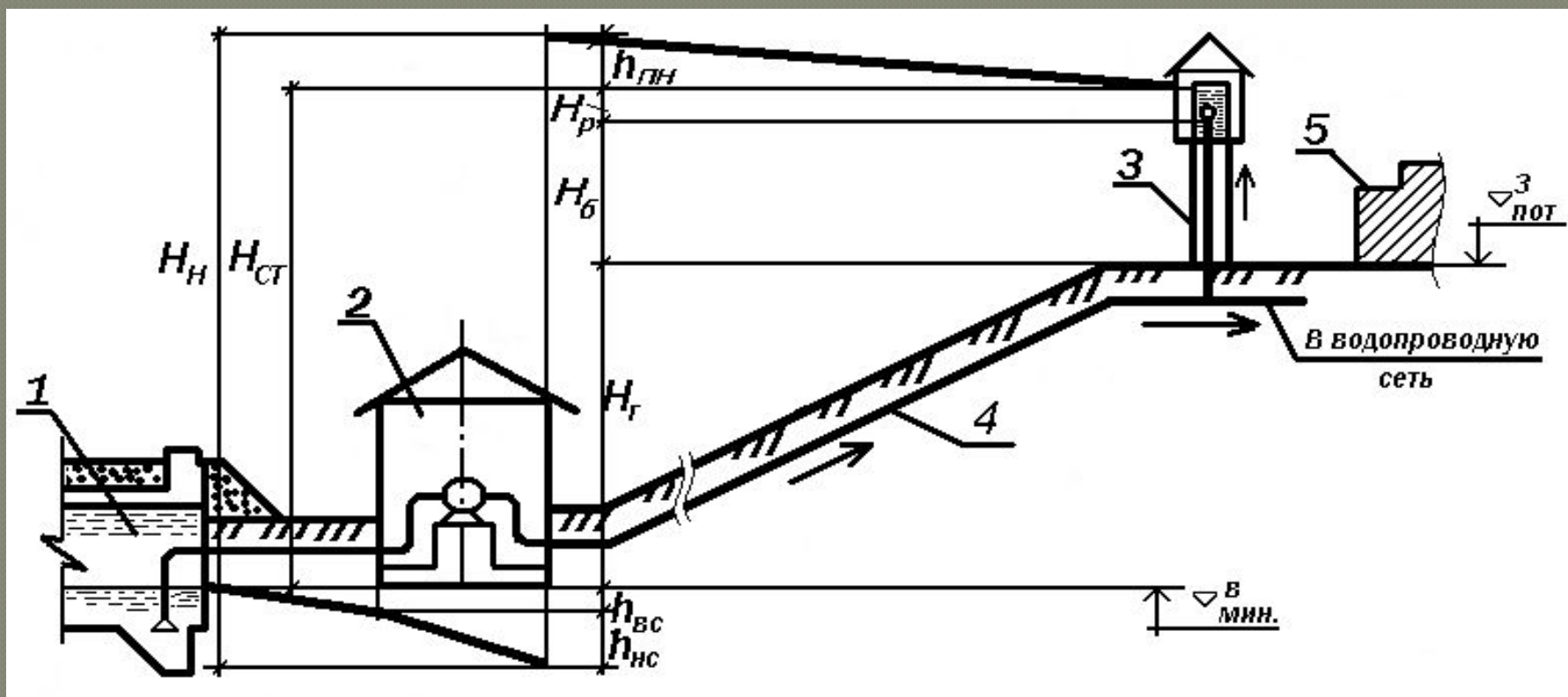
Количество **напорных водоводов** за пределами насосной станции (**не менее двух**) принимают согласно заданию на проектирование. Напорные водоводы изготавливаются из **железобетонных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых или стальных труб**. При выборе материала труб следует учитывать величины потребных напоров, агрессивность грунтов и транспортируемой воды, условия эксплуатации трубопроводов и экономические факторы.

В результате технико-экономического расчета выбирается диаметр напорных водоводов , согласно **формул 7-10** (НС – I подъема) .

При продолжительности максимальной расчетной подачи насосной станции менее 6 часов в сутки выбор экономически выгодного диаметра напорных водоводов можно производить для уменьшенного расхода **(0,9...0,95) Q_{н.в.}**

Определение расчетных напоров насосов II подъема. Выбор основного насосного оборудования.

Работа насосной станции при расположении водонапорной башни в начале сети.



- 1 – резервуар чистой воды; 2 – насосная станция; 3 – водонапорная башня;
4 – диктующая точка сети; 5 – водоводы и сеть; 6 – потребители воды.

Полная высота подъема воды насосной станцией второго подъема :

$$(15) \quad H = H_{\Gamma} + H_{\text{Р}} + H_{\text{Б}} + h_{\text{вс}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{пн}}$$

где H_{Γ} – геометрическая высота подъема, определяемая как разность заданных отметок поверхности земли у башни и минимального уровня воды в резервуаре чистой воды ;

$H_{\text{Р}}$, $H_{\text{Б}}$ – высота соответственно резервуара и ствола водонапорной башни, м;

$h_{\text{вс}}$ – потери напора во всасывающей линии при удаленном расположении насосной станции от резервуара чистой воды (РЧВ), принимаемые в пределах 0,5...1,0 м; при совмещенном или малом удалении насосной станции от РЧВ $h_{\text{вс}}$ отдельно не учитываются и эти потери включаются в величину $h_{\text{нс}}$;

$h_{\text{нс}}$ – сумма потерь напора во внутренних коммуникациях насосной станции, принимаемая равной 3...5 м;

$h_{\text{пн}}$ – сумма потерь напора в наружном напорном водоводе и сети.

Высоту резервуара водонапорной башни ($H_{\text{Р}}$) принимают в зависимости от емкости его и рекомендуемого соотношения :

$$(16) \quad H_{\text{Р}} / D_{\text{Р}} = 0,5 \dots 1,2$$

В зависимости от места расположения диктующей точки (в начале, в конце или в промежуточном месте сети) и насосной станции второго подъема (далеко от сети или вблизи нее) величина $h_{\text{пн}}$ может быть определена следующим образом:

а) при расположении насосной станции на значительном удалении от сети и диктующей точки в начале сети :

$$h_{\text{пн}} = h_{\text{вод}}$$

(17)

где $h_{\text{вод}}$ – сумма потерь напора в наружном водоводе от насосной станции до диктующей точки;

б) при расположении насосной станции на значительном удалении от сети и диктующей точки в конце или в промежуточном месте сети :

$$h_{\text{пн}} = h_{\text{вод}} + h_{\text{сети}}$$

(18)

где $h_{\text{сети}}$ – сумма потерь напора сети от её начала до диктующей точки;

в) при расположении насосной станции вблизи сети и диктующей точки в начале сети :

$$h = 0$$

Сумма потерь напора в наружном водоводе определяется по таблицам Шевелева для гидравлического расчета трубопроводов по формуле :

$$h_{\text{вод}} = 1,1 i \ell \quad (21)$$

где i – гидравлический уклон м/км, обычно определяемый по таблицам Шевелёва для гидравлического расчета трубопроводов , как $1000i$;

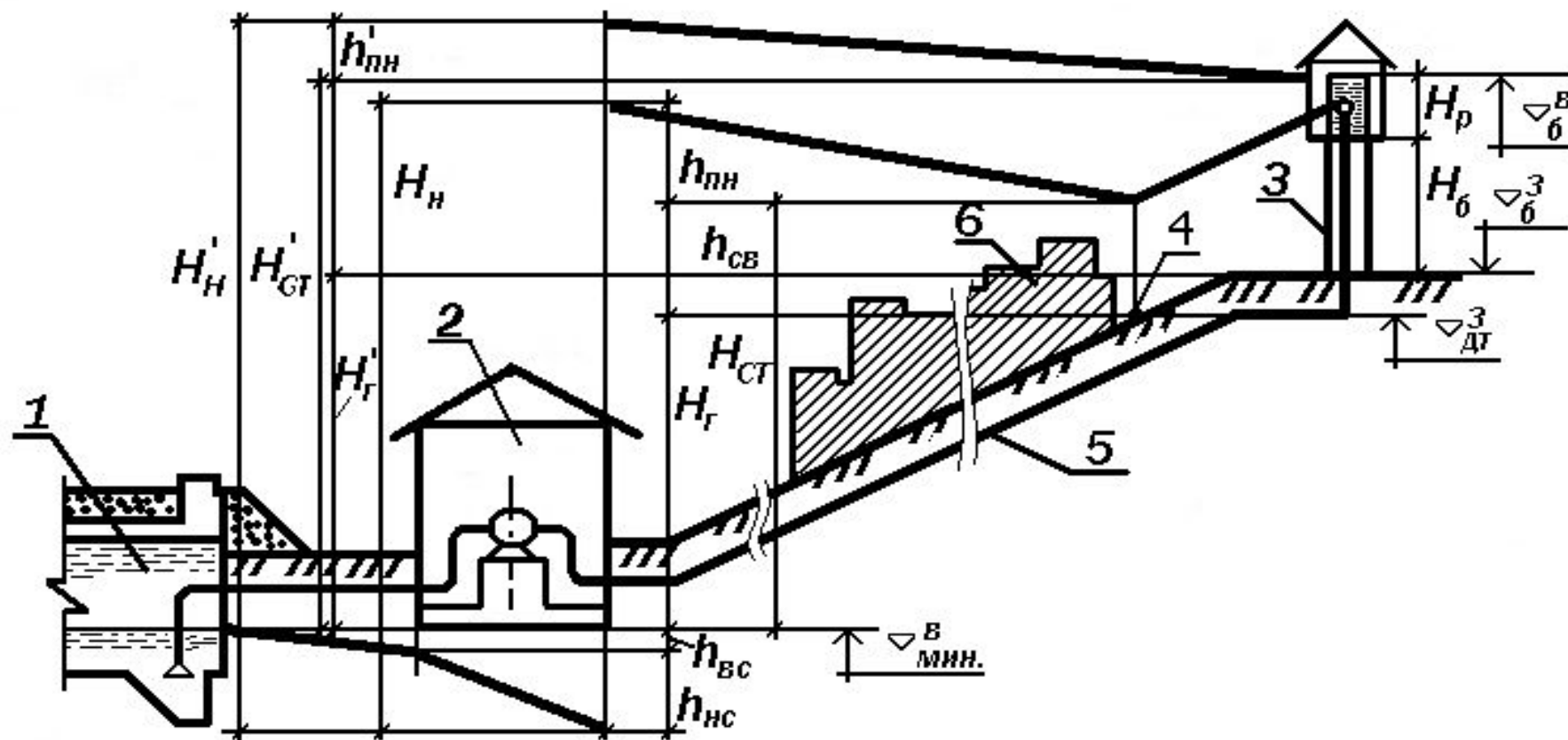
ℓ – длина водовода, км;

1,1 – коэффициент , учитывающий потери напора в местных сопротивлениях.

Статический напор подачи воды насосной станции определяется по формуле :

$$H_{\text{ст}} = H_{\text{г}} + h_{\text{вс}} + H_{\text{р}} + H_{\text{б}} \quad (22)$$

Работа насосной станции при расположении водонапорной башни в конце сети (с контррезервуаром)



1 – резервуар чистой воды; 2 насосная станция; 3 – водонапорная башня; 4 – диктующая точка сети; 5 – водоводы и сеть; 6 – потребители воды.

При определении полной высоты подъема воды насосами надо исходить из следующих случаев работы насосной станции:

- а) в часы максимального водопотребления, когда часть воды подаётся насосной станцией, а другая часть поступает в сеть из водонапорной башни;
- б) в часы малого водопотребления, когда вода, подаваемая насосами, поступает в основном транзитом в башню.

При максимальном водопотреблении (случай а) определение полной высоты подъёма насосов (H) производится по формуле :

$$H = H_{\Gamma} + h_{\text{вс}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{пн}} + h_{\text{св}} \quad (23)$$

где $h_{\text{св}}$ – свободный напор на уровне поверхности земли в диктующей точке, величина которого зависит от характера объекта водопотребления и приводится в задании на проектирование.

При минимальном водопотреблении (случай б) напор насосов определяется из условия подачи воды в башню.

Полная высота подъёма в этом случае
определится по формуле :

$$(24) \quad H'_n = H'_g + H_p + H_b + h_{вс} + h_{нс} + h'_{пн}$$

где $H'_n, H'_g, h'_{пн}$ - при минимальном водопотреблении соответственно напор насосной станции, геометрическая высота подъёма воды, сумма потерь напора в наружном напорном водоводе и сети (определяется аналогично как и в случае работы насосной станции с водонапорной башни), м;

Остальные обозначения слагаемых те же, что и в формуле (15).

В этом случае, определяя напор насосной станции по выше приведенной формуле, высота резервуара водонапорной башни (НР) принимают в зависимости от емкости его и рекомендуемого

Статический напор определяется по формуле :

$$(25) \quad H'_{\text{ст}} = H'_{\text{г}} + h_{\text{вс}} + H_{\text{Б}} + H_{\text{Р}}$$

Напор насосов следует принимать равным наибольшему из полученных двух рассмотренных случаев.

ПОДБОР НАСОСОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ.

В насосных станциях II подъема **чаще всего** устанавливают насосы **типа Д**.

Число рабочих насосов $n_{\text{н}}$ принимают **2—4**, исходя из формы графика суточного водопотребления и характеристик выпускаемого насосного оборудования.

Методика выбора основных насосов определяется по формулам (11) и (12) насосных станций I подъема.

Назначив число насосов, подачу одного насоса определяют по формуле (11) насосных станций I подъема.

При этой подаче напор выбранного по сводному графику полей ($Q-H$) насоса должен быть $(1...1,15) H$,

где H —требуемый напор, определяемый по формулам (3) или (5) насосных станций I подъема.

При сопоставлении вариантов, КПД насосной установки определяется по формуле (12) насосных станций I подъема, для режима подачи в час максимального водоразбора.

Выбрав типоразмер насоса, делают выкопировку его чертежа и характеристики.

По формуле (16) насосных станций I подъема определяют требуемую мощность и выбирают или проверяют пригодность поставляемого с насосом электродвигателя.

По таблице 8 назначают необходимое число резервных насосов.

АНАЛИЗ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ НАСОСОВ И ВОДОВОДОВ.

Построение совместных характеристик насосов при параллельной работе проводят в следующем порядке :

1. Из каталога графические характеристики ($Q-H$) и ($Q-n$) переносятся в систему координат $Q-H$ (рис.2, кривая 1). В случае произведенной обточки рабочего колеса, переносятся характеристики $(Q-H)_{\text{обт}}$ и $(Q-n)_{\text{обт}}$ обточенного колеса.

2. Строится кривая потерь напора во всасывающих трубопроводах и во внутренних коммуникациях насосной станции ($Q - h_{\text{нс}}$) (рис.2).

Для этого определяется гидравлическое сопротивление насосной станции :

$$(26) \quad S_{\text{нс}} = h_{\text{нс}} / (Q_{\text{н}})^2$$

где $h_{\text{нс}}$ – принятые ранее при определении $H_{\text{н}}$ значения потерь напора во внутренних коммуникациях насосной станции, м;

$Q_{\text{н}}$ – расчетная производительность одного насоса, м³/с.

Определив $S_{\text{нс}}$ и задаваясь 5...6 значениями Q в пределах характеристики насоса, определяют величину потерь напора:

$$(27) \quad h_{\text{нс}} = S_{\text{нс}} Q^2$$

Результаты заносят в таблицу 3 и используют для построения графика ($Q - h_{\text{нс}}$) (рис.2, кривая 2).

3. Строят "исправленную" характеристику ($Q - H$) одного насоса. Для этого при принятых значениях Q из соответствующих им значений H вычитают $h_{\text{вн}}$. Полученные данные заносят в таблицу 4 и используют для построения

"исправленной" характеристики ($Q - H$) (рис.2, кривая 3).

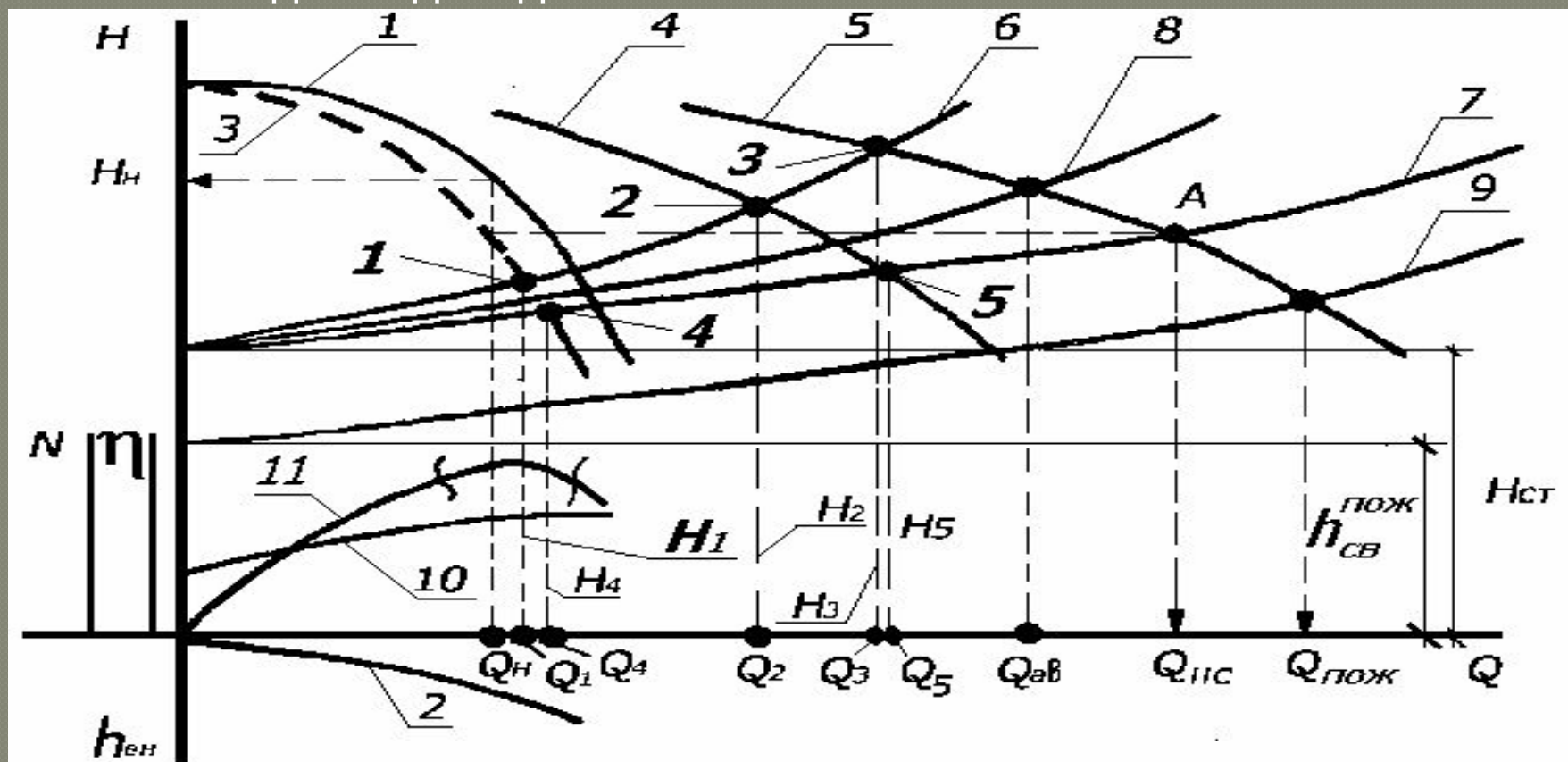
4. Строится характеристика ($Q - H$) параллельной работы двух и т.д.

Таблица 3. Расчетные данные для построения характеристики $(Q - h_{\text{НС}})$ и $(Q - H)_{\text{испр}}$

Расход Q , м ³ / с	Расход Q^2 , м ³ / с	Потери напора $h_{\text{НС}} = S_{\text{НС}} Q^2$	Напор насоса (по каталогу) H , м	''Исправленный' Напор $(H - h_{\text{НС}})$, м
Q_1				
Q_2				
...				
$Q_{\text{Н}}$				
...				

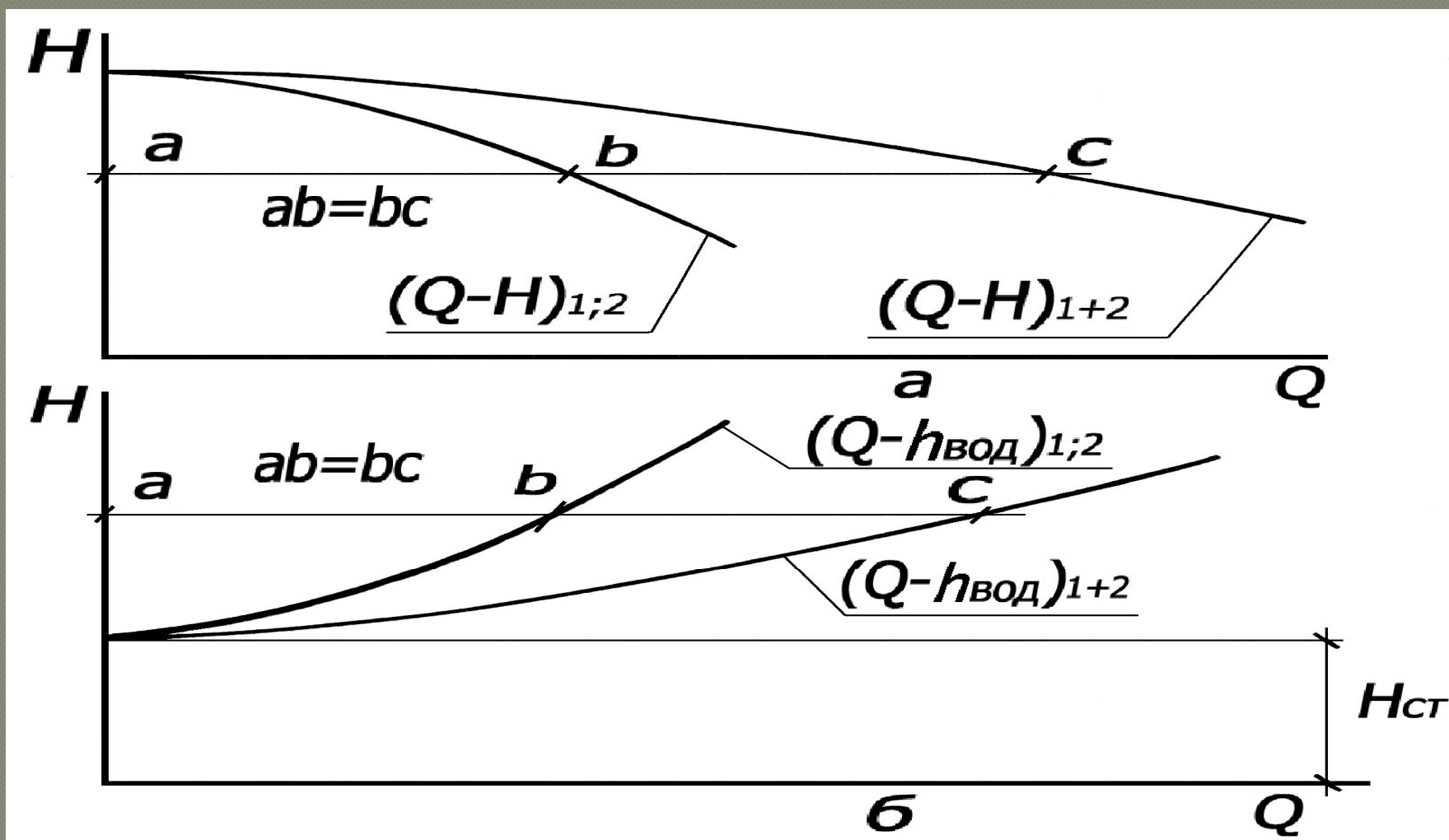
5. Строится напорная характеристика одного водовода $(Q - h_{\text{вод}})$ (рис.2, кривая 6). Для этого, задаваясь значениями Q , в зависимости от взаимного расположения насосной станции регулирующих ёмкостей

Рисунок 2. Построения графика совместной работы трех насосов на два водовода.



1 – характеристика ($Q - H$) одного насоса (каталожная либо обточенного колеса);
 2 – характеристика ($Q - h_{nc}$) потерь напора внутри насосной станции; 3 –
 "исправленная" характеристика ($Q - H_{испр}$) одного насоса; 4 – характеристика ($Q - H_{1+2}$) двух насосов;
 5 – характеристика ($Q - H_{1+2+3}$) трех насосов; 6 – характеристика одного водовода ($Q - h_{вод}$);
 7 – характеристика двух водоводов ($Q - h_{вод}{}_{1+2}$); 8 – характеристика ($Q - h_{вод}{}_{1+2}$) при аварии;
 9 – характеристика ($Q - h_{вод}{}_{1+2}$) водоводов при пожаре; 10 – характеристика ($Q - h$) одного насоса;
 11 – характеристика ($Q - h$) двух насосов;
 12 – характеристика ($Q - h$) трех насосов;
 13 – характеристика ($Q - h$) одного водовода;
 14 – характеристика ($Q - h$) двух водоводов;
 15 – характеристика ($Q - h$) водоводов при аварии;
 16 – характеристика ($Q - h$) водоводов при пожаре.

Рисунок 3. Схемы построения характеристики ($Q - H$) параллельной работы двух насосов и водоводов.



a – насосы с одинаковыми характеристиками; b – водоводы одинакового диаметра и материала.

Таблица 4. Расчетные данные для построения характеристики ($Q - h_{\text{вод}}$).

Расход Q , л / с	Гидравлический уклон , $1000i$, м	Потери напора в водоводе , $h_{\text{вод}} = l, li$, м	$H_{\text{ст}} + h_{\text{вод}}$, м
Q_1			
Q_2			
...			
$Q_{\text{нс}}$			
...			

6. Строится характеристика ($Q - h_{\text{вод}}$) параллельной работы одного, двух и т.д. водоводов (рис.2, кривая 7). Построение кривой ($Q - h_{\text{вод}}$) $_{1+2}$ однотипных водоводов (рис. 3 б) производится аналогично построению характеристики параллельной работы одинаковых насосов (п.4), (рис. 3 б).

В результате получаются точки пересечения характеристик водоводов с характеристиками параллельно работающих насосов (например "А") (рис. 2).

Эти точки называются режимными. Точка "А" – точка пересечения характеристики параллельной работы всех рабочих насосов $(Q - H)_{1+2+3}$; кривая с суммарной характеристикой работы всех водоводов $(Q - h_{\text{вод}})_{1+2}$ является режимной точкой работы насосной станции.

При правильном выборе насосов и построении графика их совместной работы с водоводами координаты этой точки совпадают с полученными ранее значениями $Q_{\text{нс}}$ и $H_{\text{н}}$ (рис. 2).

Данные из графиков совместной работы насосов и водоводов (рис. 2) переносят в табл. 5, и они служат для дальнейшего анализа различных вариантов совместной работы насосов и водоводов. При одинаковом количестве рабочих насосов и водоводов анализ совместной работы можно производить, сравнивая кривые $(Q - H)$ одного насоса и одного водовода.

Таблица 5. Пример анализа работы насосов и водоводов в случае работы трех рабочих насосов на два водовода (рис. 2).

Число работающих насосов, шт	Подача работающих насосов, м ³ /с (л/с)	Напор работающих насосов, м	КПД работающих насосов, %
При работе на один водовод:			
1	Q_1	H_1	n_1
2	Q_2	H_2	n_2
3	Q_3	H_3	n_3
При работе на два водовода:			
1	Q_4	H_4	n_4
2	Q_5	H_5	n_5
3	$Q_{\text{НС}}$	$H_{\text{Н}}$	$n_{\text{Н}}$

при аварии.

При аварии насосная станция должна обеспечивать подачу не менее 70% расчетного расхода на хозяйственно-питьевые нужды и на производственные нужды – по аварийному графику . В случае отключения одного из водоводов на ремонт, значительно возрастают потери напора в работающих водоводах. Для увеличения пропускной способности водоводов и снижения потерь напора в них устраивают перемычки . В этом случае водоводы работают в одну линию только на участках между перемычками.

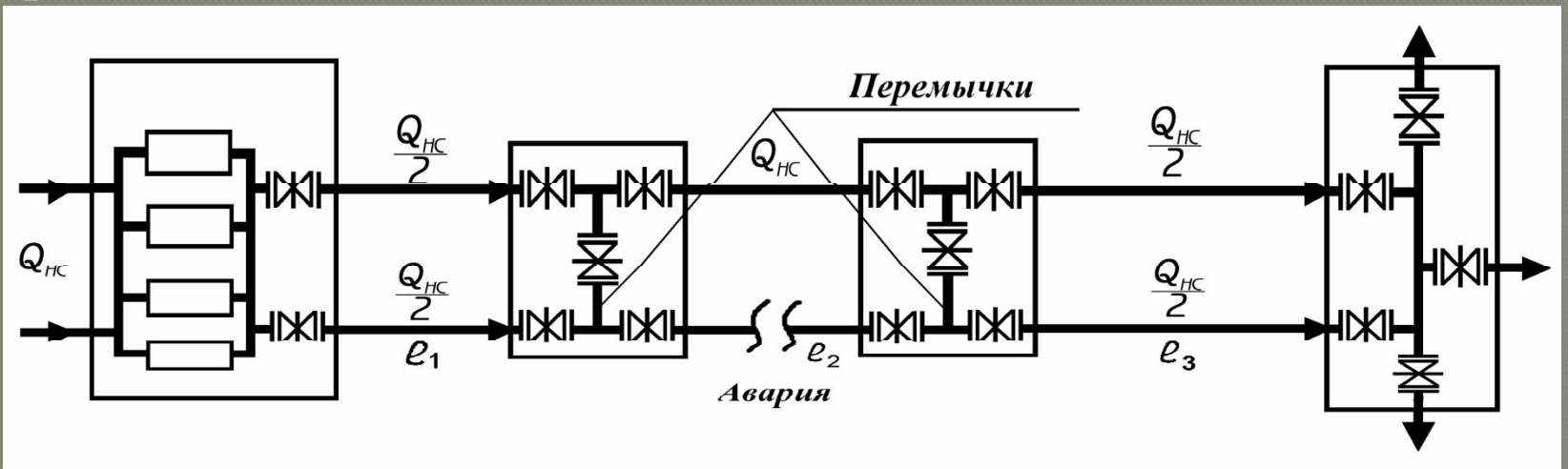


Таблица 6. Потери напора в водоводах при аварии на примере устройства двух перемычек.

Расход Q , л/с	$Q_i / 2$	Гидравлический уклон, м/км		$(H_{\text{ст}} + h_{\text{вод}})$
		$1000i_1$	$1000i_2$	
Q_1				
Q_2				
...				
$Q_{\text{НС}}$				

$$H_{\text{вод}} = 1,1 [i_1 (\ell_1 + \ell_3) + i_2 \ell_2] \quad (28)$$

где i_1, i_2 – гидравлический уклон при расходе соответственно $Q_i / 2$ и

$Q_{\text{НС}}$;
 ℓ_1, ℓ_2, ℓ_3 – длины участков между перемычками.

Количество перемычек назначается исходя из расстояния между ними (обычно не более 1...3 км).

Совместная работа насосов при пожаре.

Насосная станция второго подъёма должна обеспечивать подачу полного расчетного расхода воды на тушение пожара при наибольшем часовом расходе воды на другие нужды.

Расчетная производительность насосной станции при пожаре складывается из максимального секундного хозяйственного или производственного расхода (по заданию – $q_{\text{ч. макс.}}$, л/с) и расчетного секундного расхода воды на тушение пожара :

$$(29) \quad q_{\text{пож}} = q_{\text{ч. макс.}} + q_{\text{пож}}$$

$$(30) \quad q_{\text{пож}} = q'_{\text{пож}} n$$

где $q_{\text{ч. макс.}}$ – максимальный секундный расход в час наибольшего водопотребления, выраженный в л/с;

q' – расход на тушение одного наружного пожара, л/с

Подачу расчетного расхода воды на тушение пожара $q_{\text{пож}}$ следует предусматривать в час максимального водопотребления.

При тушении пожара свободный напор в диктующей точке сети может снижаться до 10 м.

При схеме с водонапорной башней в начале сети, если пьезометрическая линия у башни окажется выше дна башни, при опорожненном баке часть пожарного расхода может поступать вовремя пожара в башню, а не к месту пожара. Во избежание этого

башню приходится отключать.

Напор, который должны развивать насосы при пожаре, может быть при системе низкого давления больше или меньше напора насосов при работе в обычное время, или равен ему и определяется по выше изложенным формулам (23).

Статический напор при пожаре ($H_{\text{ст}}^{\text{пож}}$) рассчитывается с учетом минимального свободного напора при пожаре по формуле :

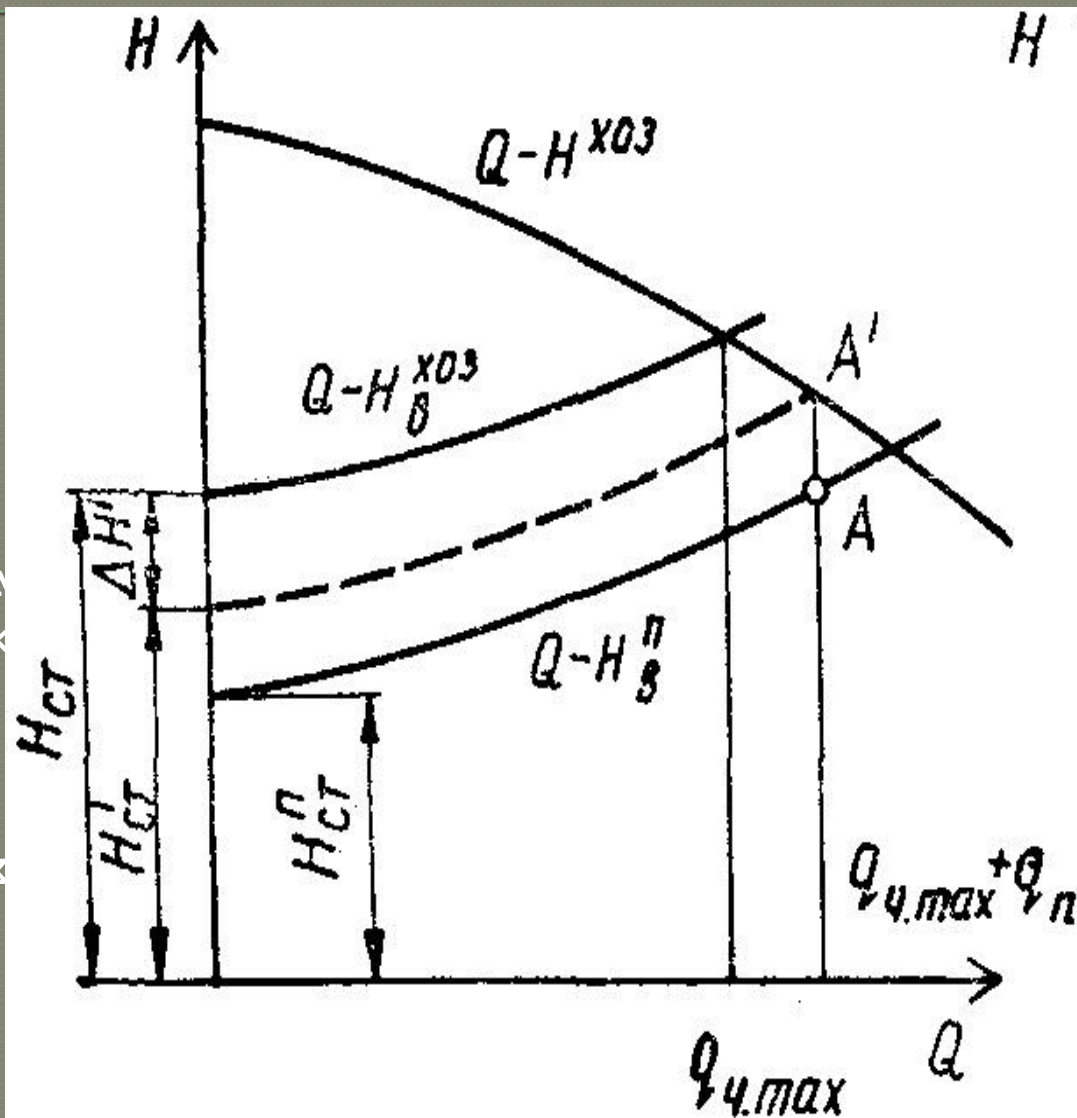
$$H_{\text{ст}}^{\text{пож}} = H_{\Gamma} + h_{\text{пн}} + h_{\text{св}}^{\text{пож}} = H_{\Gamma} + h_{\text{пн}} + 10\text{м}$$

(31)

Возможны три варианта режимов работы насосной станции при подаче воды на пожаротушение:

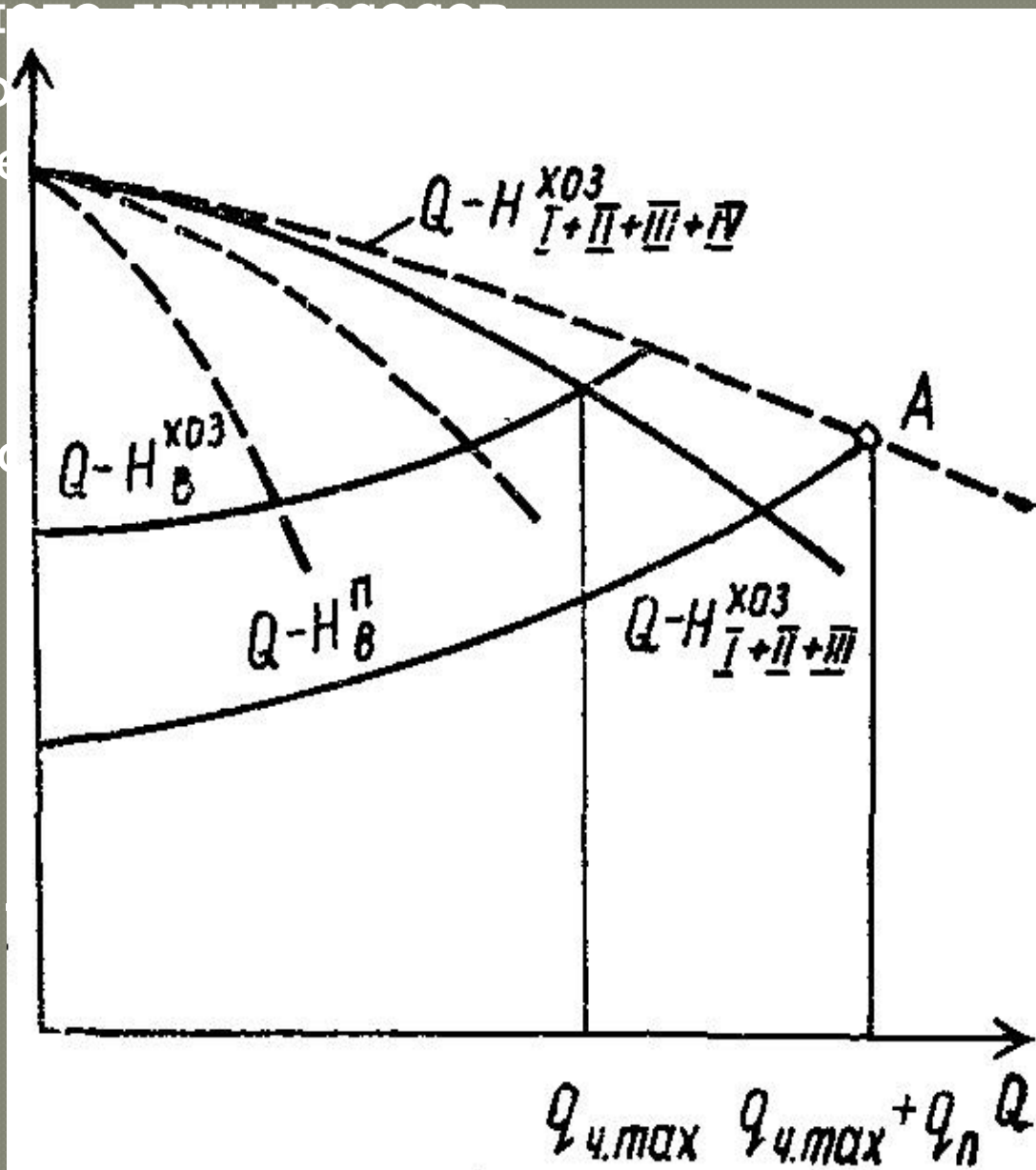
1. Необходимый расход $Q_{\text{нс}}$ подается основными рабочими насосами за счет снижения напоров в сети. Снижение статического напора в диктующей точке сети при пожаре ΔH определяют параллельным переносом характеристик трубопроводов.

$H'_{\text{ст}}$ - статический напор при работе основных насосов при пожаре.

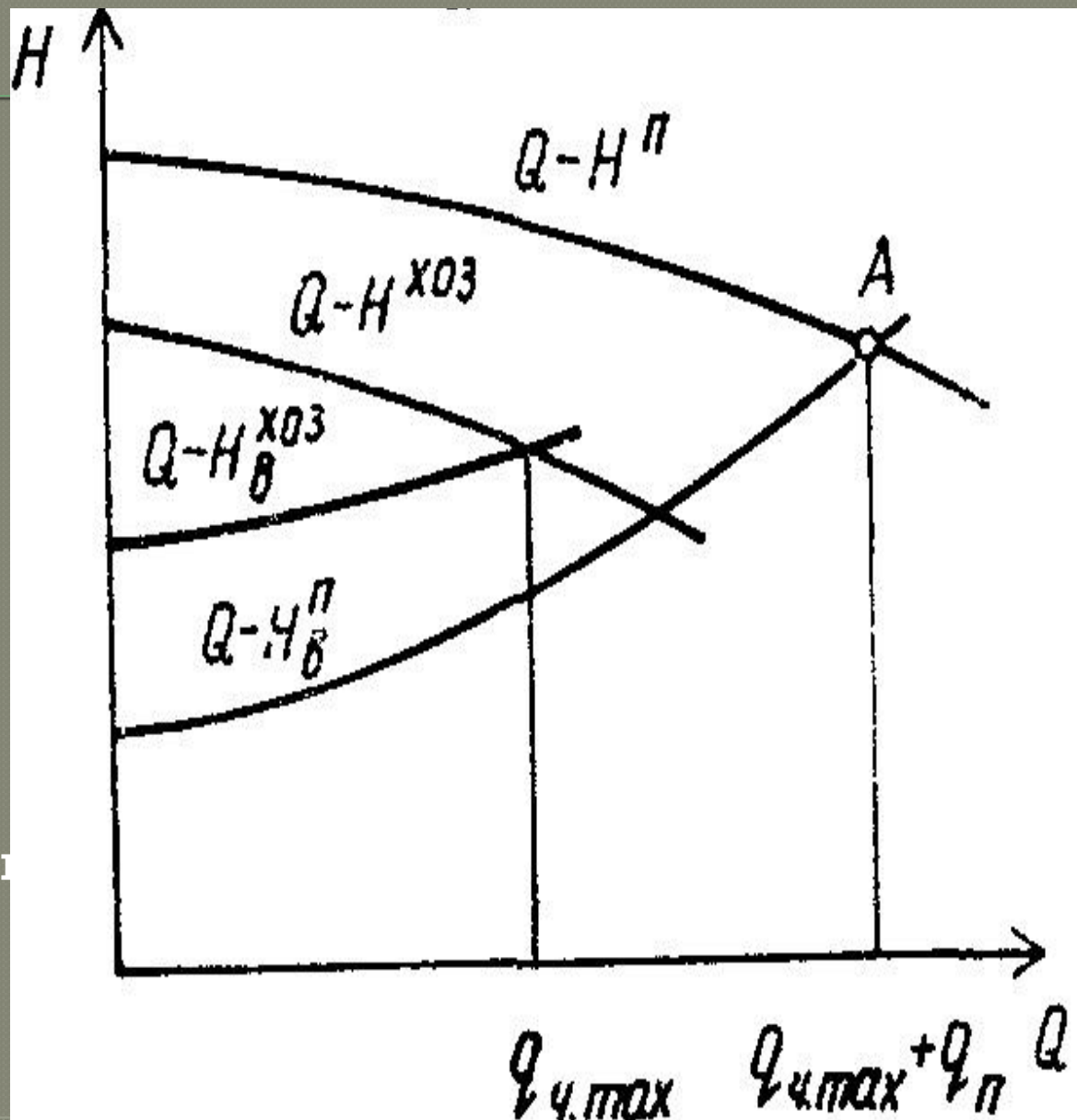


2. Расход $Q_{\text{НС}}$ подается включением дополнительных одних и тех же насосов того же типоразмера, что и хозяйственные

При этом соответственно увеличивается число насосов в насосной станции. Число резервных насосов принимается в соответствии с нормами таблицы 8



3. Если необходимый напор для пожаротушения больше напора, развиваемого хозяйственными насосами, и невозможно решить задачу включением дополнительных насосов, следует устанавливать пожарные насосы требуемого напора $H^п$ с суммарной подачей $H^п_{нс}$. При работе пожарных насосов хозяйственные отключают. Для группы пожарных насосов предусматривается один резервный.



РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.

1. Определение отметки оси насосов. Выбирается аналогично НС I подъема.

2. Компоновка оборудования и трубопроводов.

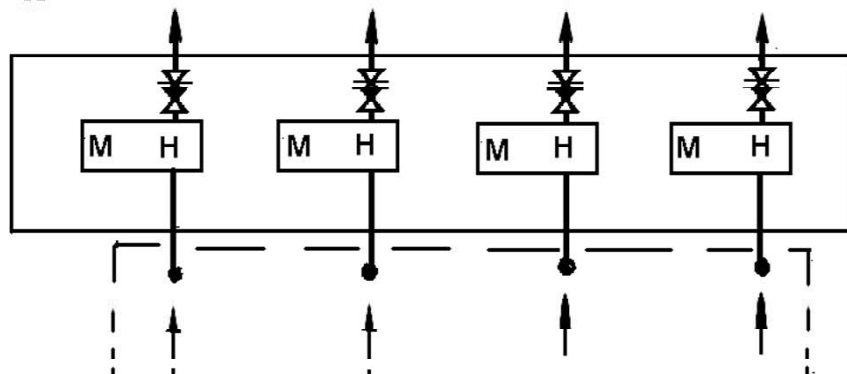
Расположение насосов и трубопроводов в насосной станции должно отвечать следующим основным требованиям:

- примененный тип насосов должен обеспечить оптимальную компоновку машинного зала и наименьшую его стоимость;
- выбранное число и тип насосов должны обеспечивать перспективное увеличение производительности насосной станции без значительных дополнительных капитальных вложений (например, путем замены насосных агрегатов на более мощные).
- надежность действия;
- удобство, простоту и безопасность обслуживания;
- минимальную протяженность трубопроводов и простоту их

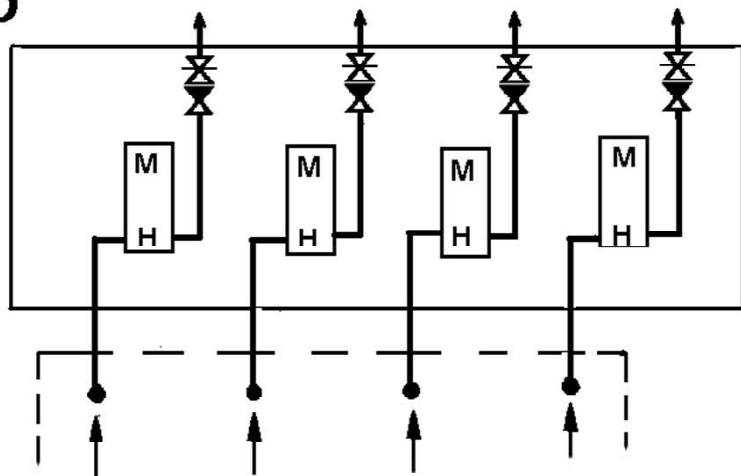
Компоновку агрегатов, трубопроводов и другого оборудования рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1. Определяют размеры фундамента под агрегат и выбирают схему расположения насосных агрегатов в машинном зале.
2. Компонуют всасывающие и напорные трубопроводы в машинном зале.
3. Выполняют гидравлический расчет трубопроводов, подбирают арматуру и фасонные части. Уточняются потери напора во внутренних коммуникациях насосной станции.
4. Вычерчивают аксонометрическую схему трубопроводов и арматуры внутри машинного зала насосной станции с указанием длины и диаметров трубопроводов.
5. Подбирают вспомогательное насосное и другое технологическое оборудование.
6. Выбирают электрическое оборудование насосной станции.
7. Определяют габариты машинного зала и вспомогательных помещений.
8. Составляют спецификацию оборудования, трубопроводов, арматуры и фасонных частей.

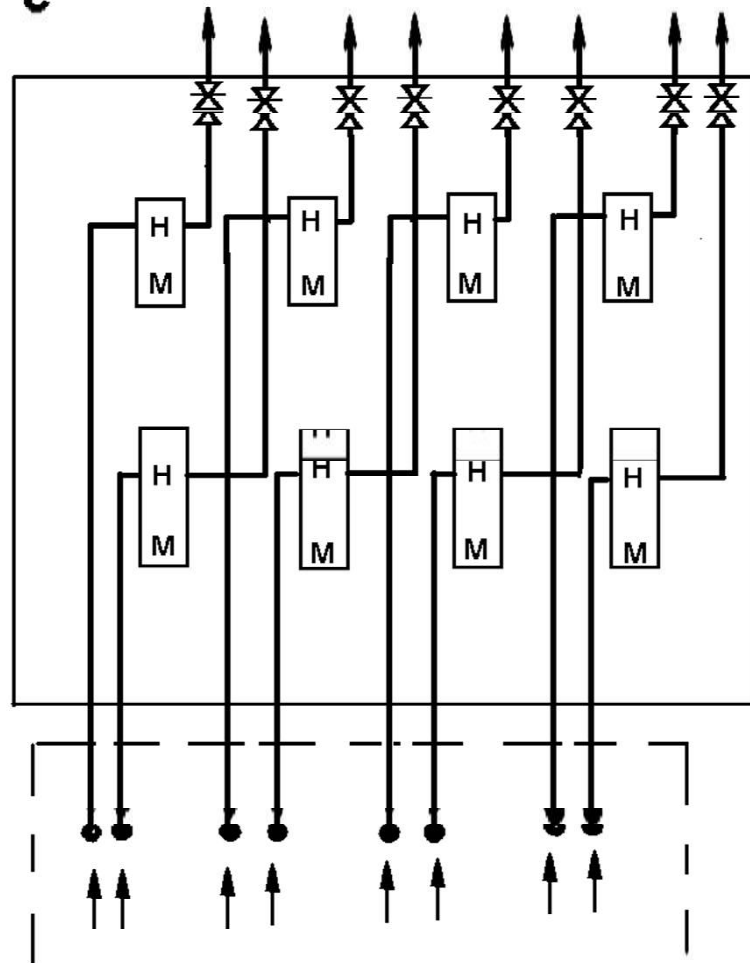
а



б

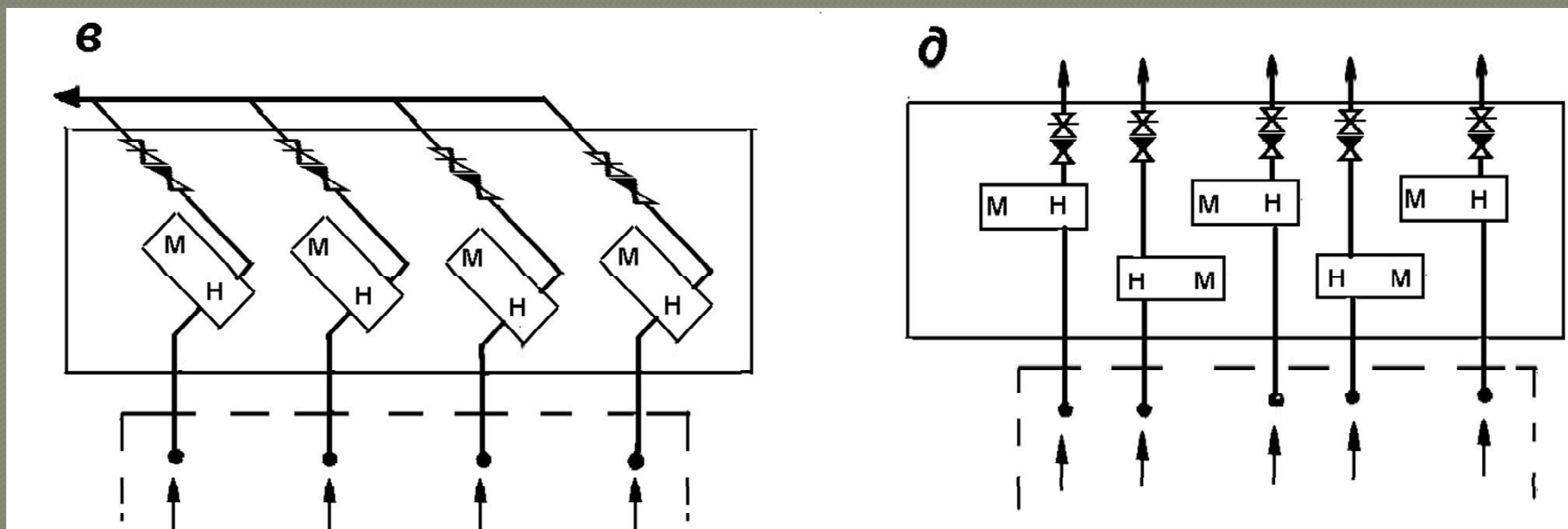


2



Схемы расположения агрегатов с горизонтальными
центробежными
насосами в случае установки насосов не подзалив:

Н — насос! М — электродвигатель.



Для борьбы с кавитацией необходимо избегать попадания воздуха во всасывающий трубопровод, образования воздушных мешков и обеспечивать минимальные потери в самом трубопроводе и во всасывающей воронке. Бесперебойная работа насоса и минимум гидравлических потерь во всасывающей линии обеспечиваются также правильным расположением всасывающих труб в приемке РЧВ насосной станции. Расстояние от входного сечения всасывающей трубы до дна и стен камеры или приемка следует принимать таким образом, чтобы скорости подхода воды к приемной воронке были не больше скорости течения во входном сечении.

Всасывающие трубы должны быть, возможно, меньшей длины и иметь наименьшее число фасонных частей (колен, отводов, тройников и др.), а также

направленный ток к насосу с уклоном не менее 0,005 для

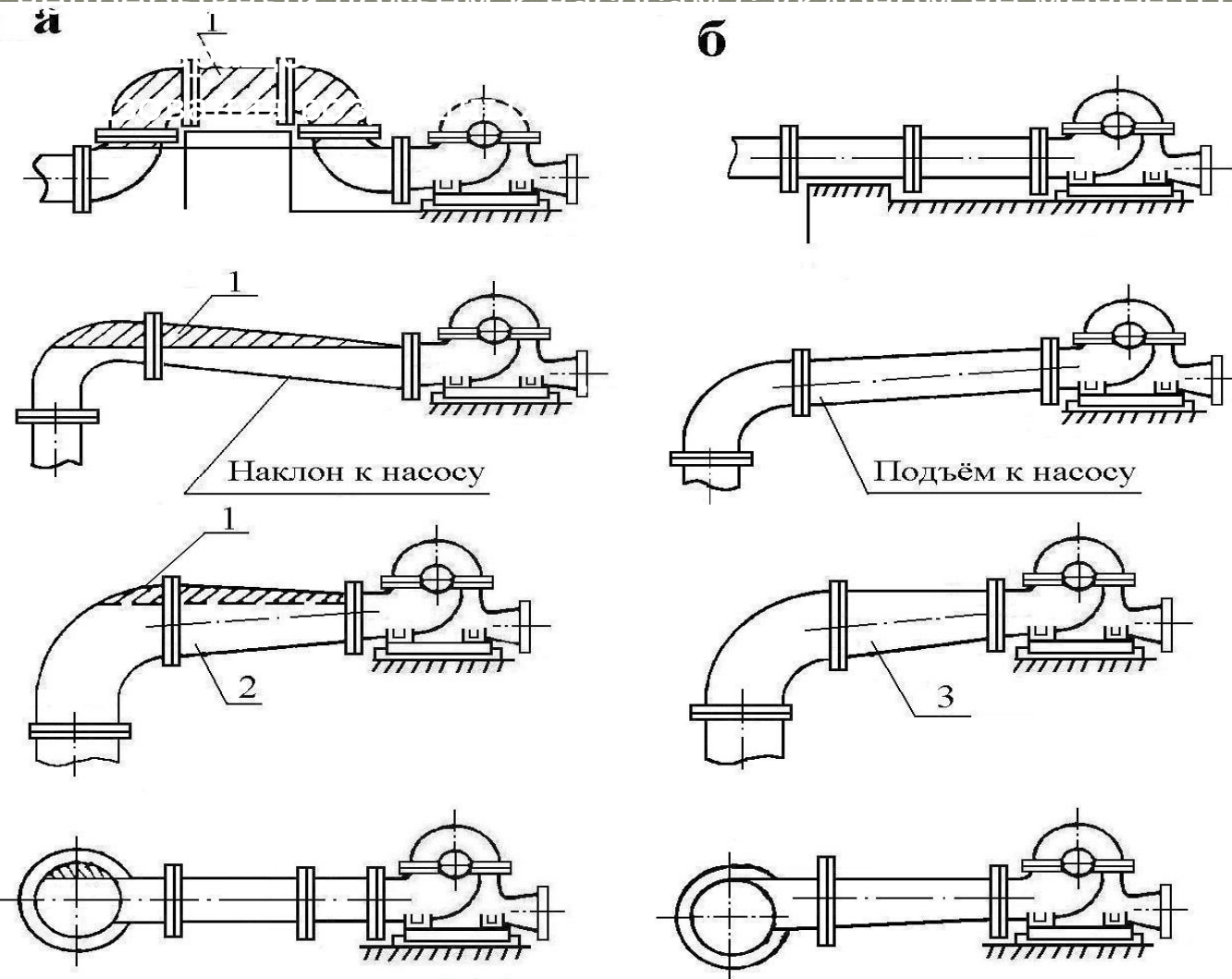
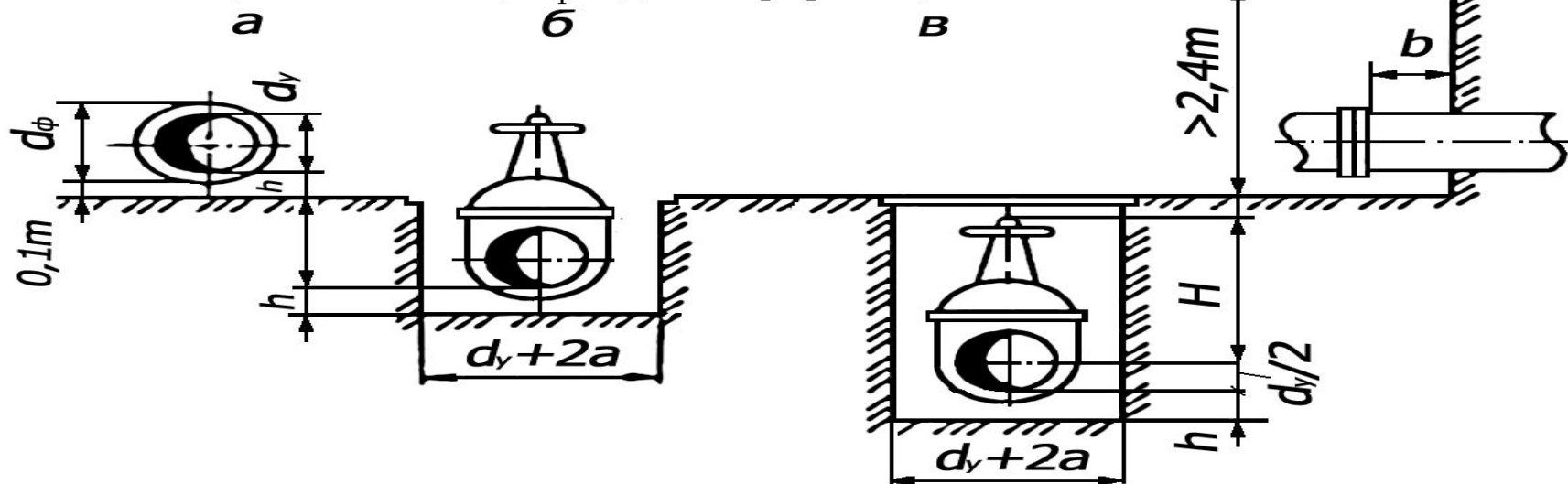


Рис. 7.6.
Прокладка всасывающих трубопроводов:
а –
неправильная;
б – правильная;
1 – воздушный мешок;
2,3 – прямой и эксцентричный переходы соответственно

Рис. 7.7. Способы размещения трубопроводов в машинном зале:

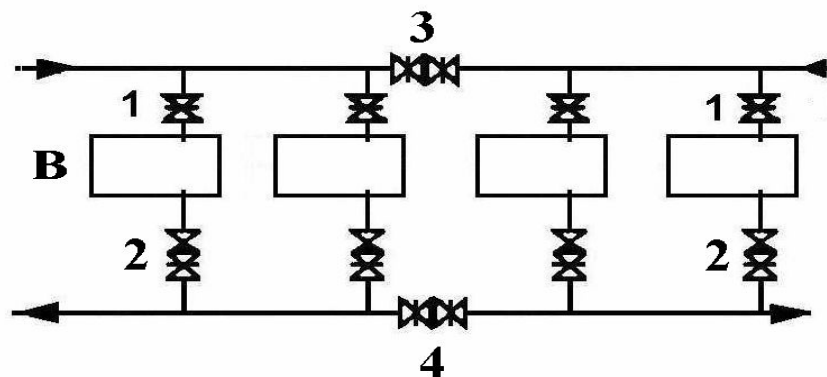
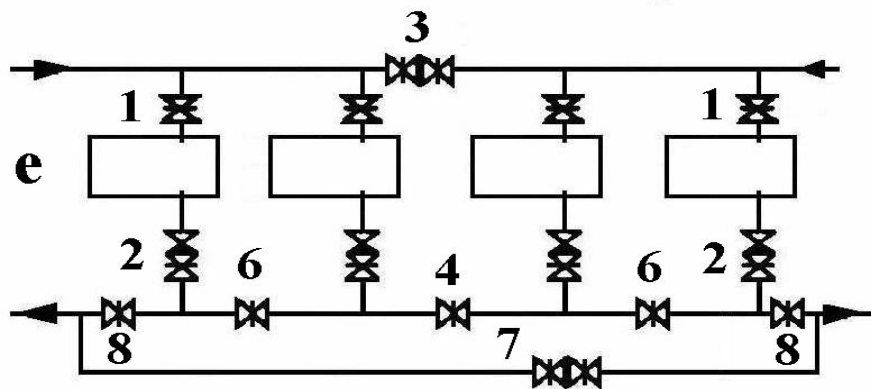
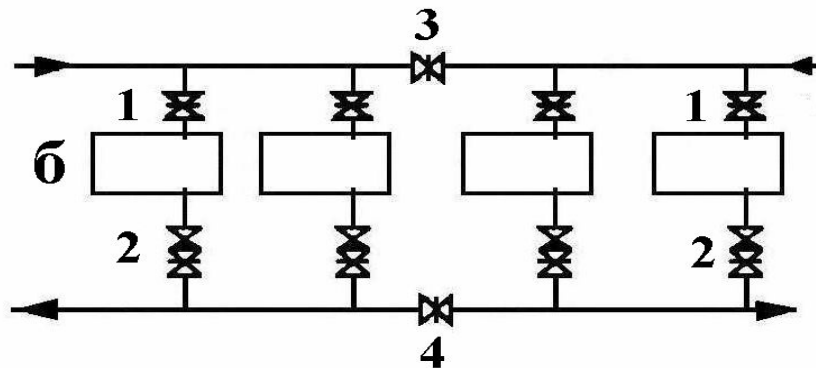
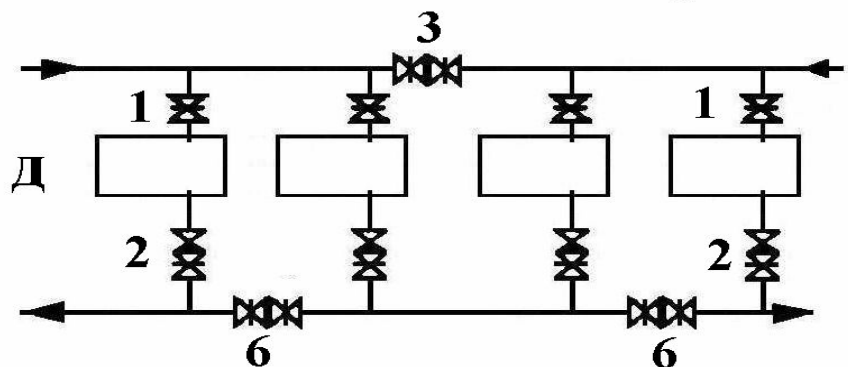
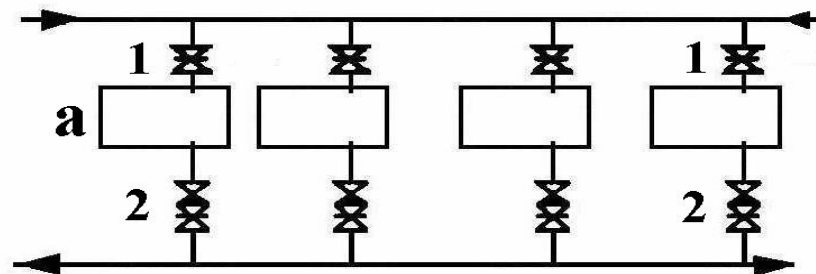
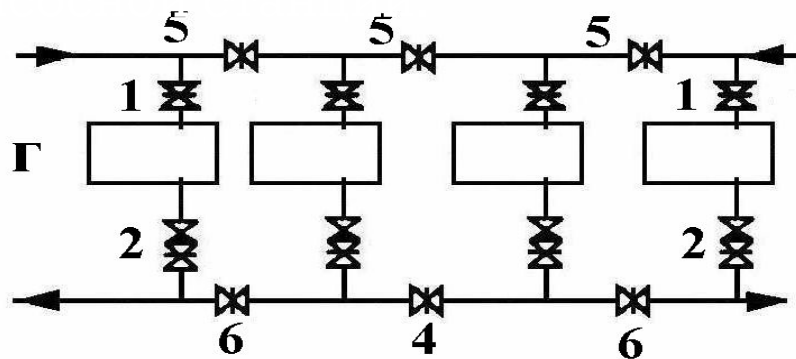
а - над полом; б - в мелких каналах; в - в глубоких каналах; г - на стенах; $d_{\text{ф}}$ - диаметр фланца



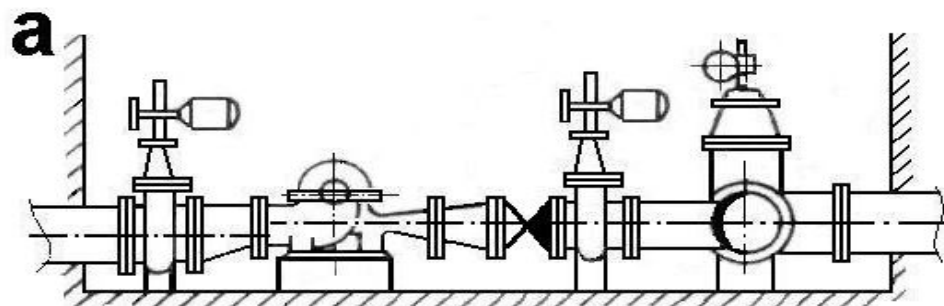
Рекомендуемые размеры к размещению трубопроводов в машинном

Размер, мм	$d_y \leq 400$	При наличии арматуры		При отсутствии арматуры	
		$d_y = 450 \dots 600$	$d_y > 600$	$d_y = 450 \dots 600$	$d_y > 600$
a	300	500	700	400	400
b	300	500	500	500	500
h	250	300	350	250	250
c	250	350	500	350	350
H	400	600	600	600	600

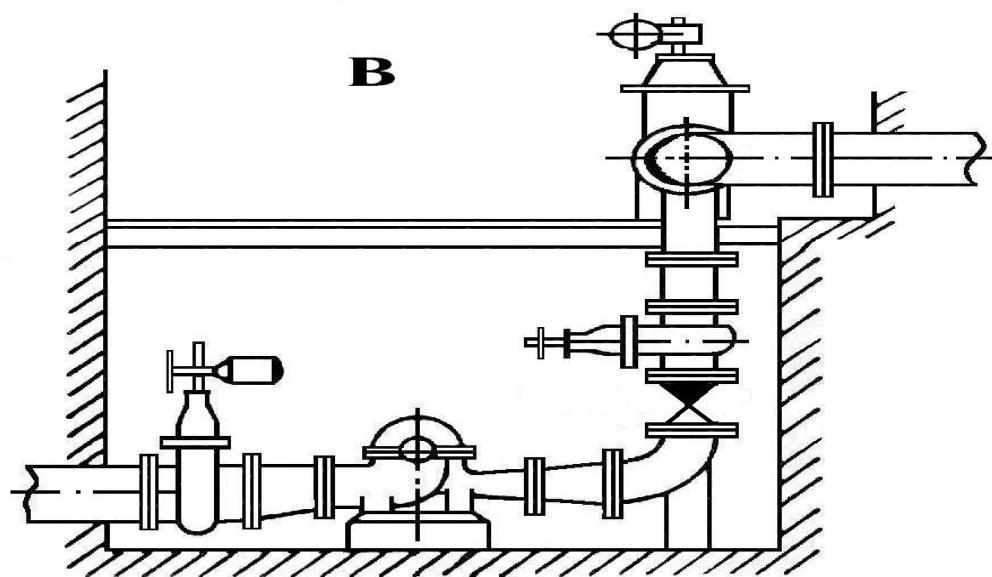
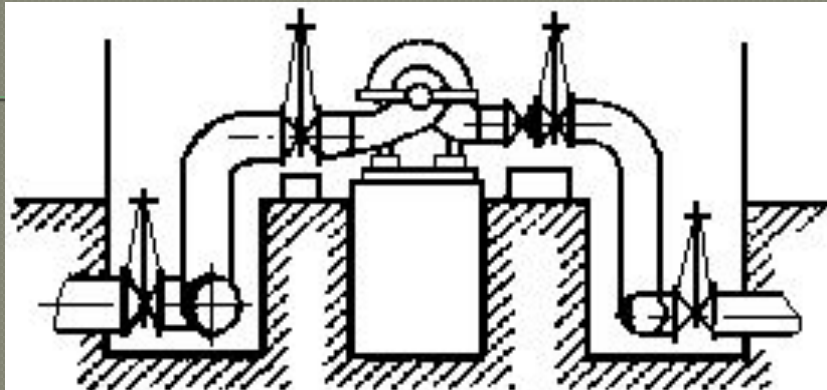
Схемы к определению числа и мест установки запорной арматуры в



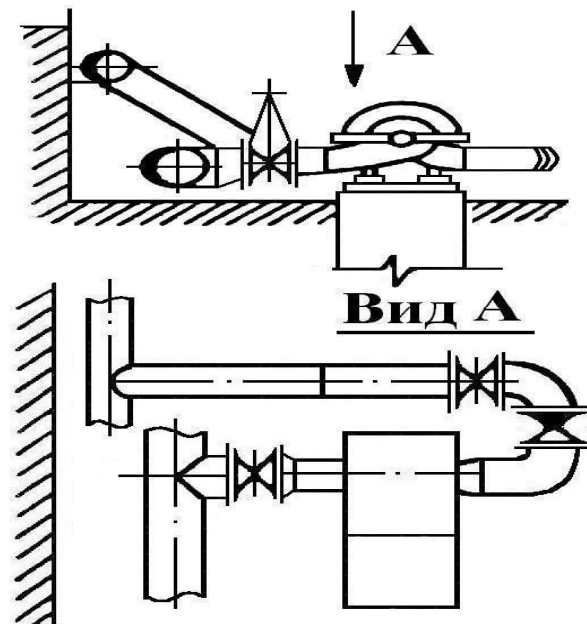
Для наземных насосных станций более приемлемыми являются способы прокладки трубопроводов над полом или в каналах (а, б).



б



г



а – над полом; б – в каналах; в – с вертикальными стояками; г – на стене.

Для **частично заглублённых насосных станций** более приемлемым является:

- расположение всасывающих и напорных коллекторов один над другим (Г);
- их размещение в отдельном помещении, примыкающем к насосной станции;
- вынос запорной арматуры в отдельные камеры переключений, устраивается так же, как колодцы на водопроводной сети. Высота рабочей части камер определяется высотой установленных в них задвижек и в любом случае должна быть не менее 1,5 м. Высоту засыпки от верха покрытия камеры до поверхности земли следует принимать не менее 0,5м.

Существенного уменьшения размеров здания в **заглубленных насосных станциях** добиваются размещением арматуры насоса на вертикальном участке напорного трубопровода (в).

Напорные водоводы выводят из насосной станции ниже глубины промерзания, считая от верха трубы. С трубами внутри заглубленных насосных станций они соединяются вертикальными стояками. Стояки должны не мешать передвижению подъемно-транспортного оборудования. При заглублении насосной станции до 5 м возможен вывод труб без устройства стояков. За пределами станции такие выпуски соединяются с водоводами участками трубопровода с углом наклона до 30°.

ПОДБОР ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.

Выбор вспомогательного оборудования насосной станции ведется в следующей последовательности:

1. Подбирают вакуум-насосы, в случае если насосные агрегаты установлены не под залив. Выбирают дренажные насосы и насосы аварийного осушения и грязеудаления. Кратко описывают (с подбором насосов) систему технического водоснабжения.
2. Выбирает подъёмно-транспортное оборудование.
3. Проектирует электрическую часть насосной станции: определяет мощность понизительных трансформаторов; выбирают число и размеры камер трансформаторов, составляют схему электрических соединений.
4. Составляет спецификацию оборудования, трубопроводов, фасонных частей и арматуры.

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.

Разделе приводят расчет и краткое описание строительной части здания насосной станции по следующей схеме:

1. Общая композиция здания (в том числе и бытовых помещений). Здесь следует дать перечень и размеры помещений здания насосной станции с кратким изложением их назначения и перечислением размещаемого в них оборудования.
2. Конструктивная схема здания. Здесь необходимо, в общем, охарактеризовать конструкцию и форму заглубленной и надземной частей здания, метод производства работ, основные размеры в плане и по высоте, обосновать их.
3. Описание строительных конструкций и примененных строительных материалов. Здесь кратко описывают конструкции здания, устройство фундаментов, стен, полов, перекрытий, примененных материалов.

КОНТРОЛЬНО – ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИКА.

В этом разделе перечисляются принятые к установке контрольно-измерительные приборы и их назначение. Приводится перечень процессов, подлежащих автоматизации, и кратко перечисляются основные элементы автоматизированной схемы управления насосами.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, ТРУБОПРОВОДОВ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ.

Спецификация составляется для предварительного заказа на заводах оборудования, для удобства чтения чертежей при строительстве станции, монтаже оборудования и его эксплуатации. Составляется спецификация одновременно с выбором оборудования, трубопроводов и арматуры.

В спецификацию включают основное и вспомогательное насосное оборудование и электродвигатели к нему, подъемно-транспортное оборудование.

Таблица 7. СПЕЦИФИКАЦИЯ.

Поз.	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
1	Ливгидромаш	Насос центробежный	шт.	4	529	2 рабочих
		Д 200 -36 с электродви-				+2
		гателем А2-71-4, 1450				резерв-
		об/мин, 22 кВт				ных на-
						соса
2	ГОСТ 8696-74	Трубы стальные	м	20	32,4	
		электросварные Ø 300,				
		325 х 4				
3	Справочник	Клапан обратный	шт.	4	41,4	
		поворотный фланцевый				
		П 44075 Ø 200, Ру = 16				

**Таблица 8. Число резервных агрегатов,
устанавливаемых в водопроводных насосных**

Количество ра- бочих агрега- тов одной группы насо- сов	Число резервных агрега- тов в насосных станциях		
	I кате- гории	II ка- тего- рин	III ка- тегории
До 6	2	1	1
6—9	2	1	—
Свыше 9	2	2	—

Таблица 9. Запас воды на промывку фильтровальных сооружений .

$Q_{\text{сут.мах}}$	$W_{\text{пр}}, \text{м}^3$
20000	300
30000	350
40000	400
50000	450
60000	500
70000	600
80000	700
90000	800
10000	900