

1. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Система водоснабжения - комплекс взаимосвязанных сооружений, обеспечивающих потребителей водой в требуемом количестве и заданного качества. Система водоснабжения включает в себя сооружения для забора воды из источника водоснабжения, ее транспортирования, обработки, хранения, регулирования подачи и распределения между потребителями.

Схема водоснабжения - последовательное расположение этих сооружений от источника до потребителя, взаимное расположение их относительно друг друга.

Системы водоснабжения должны проектироваться в соответствии с требованиями СНиП [1] по проектированию наружных сетей и сооружений водоснабжения, ГОСТ 2874-82 [2], СанПиН [3], а также других нормативно-технических рекомендаций и требований, предъявляемых к воде потребителями [6,7]. При этом необходимо учитывать местные условия, многообразие которых приводит к тому, что система водоснабжения любого объекта по своему уникальна и неповторима.

1.1. Классификации систем водоснабжения

Все многообразие встречающихся на практике систем водоснабжения можно классифицировать по следующим основным признакам:

по характеру используемых природных источников

- водопроводы, получающие воду из поверхностных источников (реки, озера, моря и т.д.);
- водопроводы, забирающие воду из подземных источников (артезианские, грунтовые и т.д.);
- водопроводы смешанного питания (при использовании различных видов водоисточников);

по назначению

- хозяйственно-питьевые;
- производственные;
- сельскохозяйственные;
- противопожарные и т.д.;

Перечисленные типы водопроводов могут быть как самостоятельными, так и объединенными. Объединяют водопроводы в том случае, если требования, предъявляемые к качеству воды одинаковые или это выгодно экономически.

по территориальному признаку

- локальные (одного объекта);
- групповые или районные, обслуживающие группу объектов;

по способам подачи воды

- самотечные (гравитационные);
- напорные (с механической подачей воды с помощью насосов);

по кратности использования потребляемой воды (предприятий)

- прямоточные;
- с последовательным использованием воды;
- оборотные;
- замкнутые;

по видам обслуживаемых объектов

- городские;
- поселковые;
- промышленные;
- железнодорожные и т.д.

по территориальному охвату

- местные;
- районные;
- групповые;
- внеплощадочные;
- внутриплощадочные;

По способу доставки и распределения воды

- централизованные;
- децентрализованные;
- комбинированные.

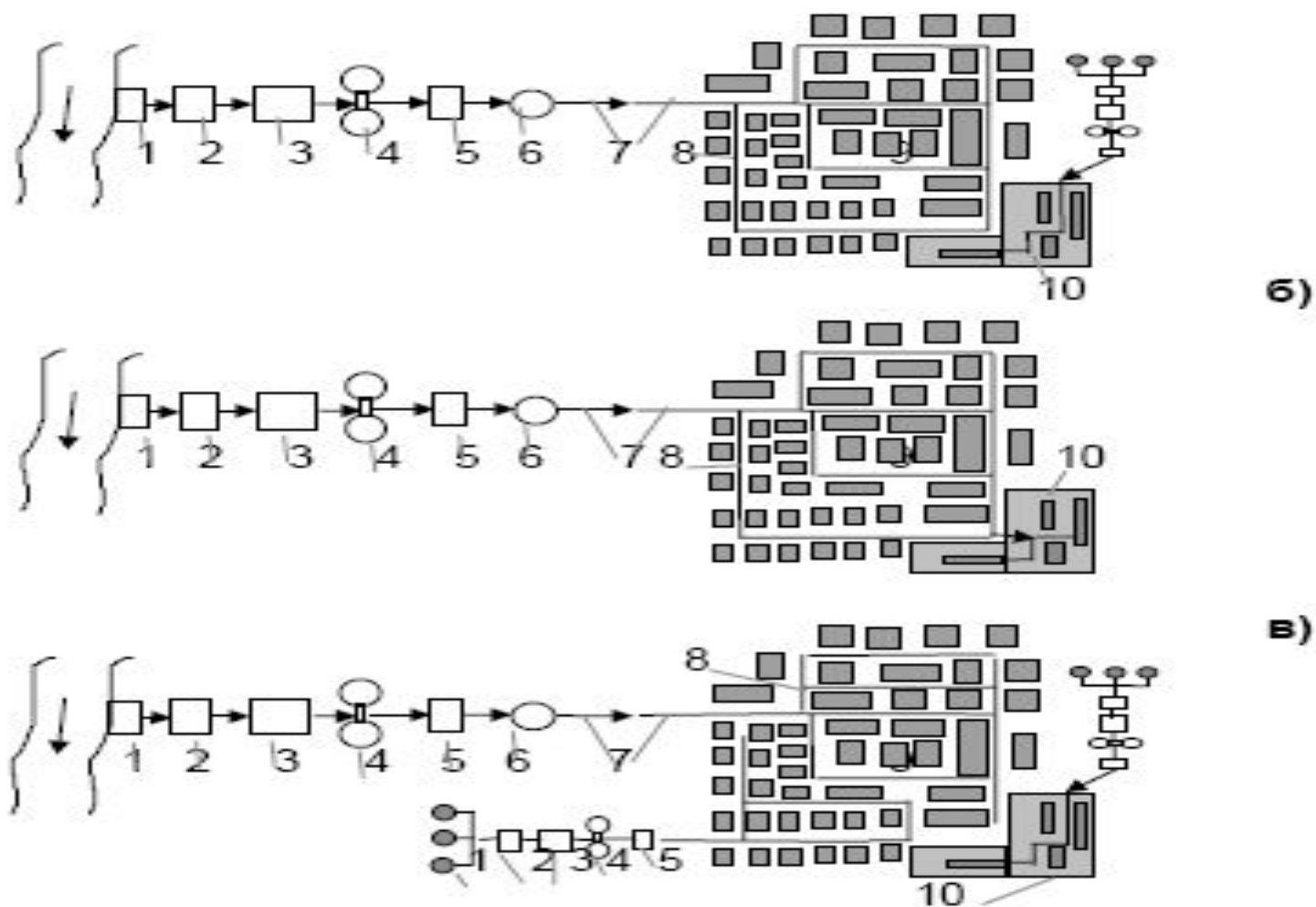


Рис. 1. Системы водоснабжения

а - централизованная раздельная; б - централизованная объединенная;
в - комбинированная.

1 - водозаборное сооружение; 2 - насосная станция НС-I; 3 - очистные сооружения; 4 - резервуары чистой воды; 5 - НС-II; 6 - водонапорная башня; 7 - водоводы; 8 - распределительная водопроводная сеть; 9 - населенный пункт; 10 - производственная зона.

По надежности или по степени обеспеченности подачи воды централизованные системы водоснабжения делятся на три категории (табл. 1).

Таблица 1

Категория надежности подачи воды

Численность населения, тыс.чел	Категория	Допустимое снижение подачи, %	Длительность снижения подачи, сут	Допустимый перерыв в подаче воды
> 50	I	≤ 30	≤ 3	≤ 10 мин
5-50	II	≤ 30	≤ 10	≤ 6 час
<5	III	≤ 30	≤ 15	≤ 24 час

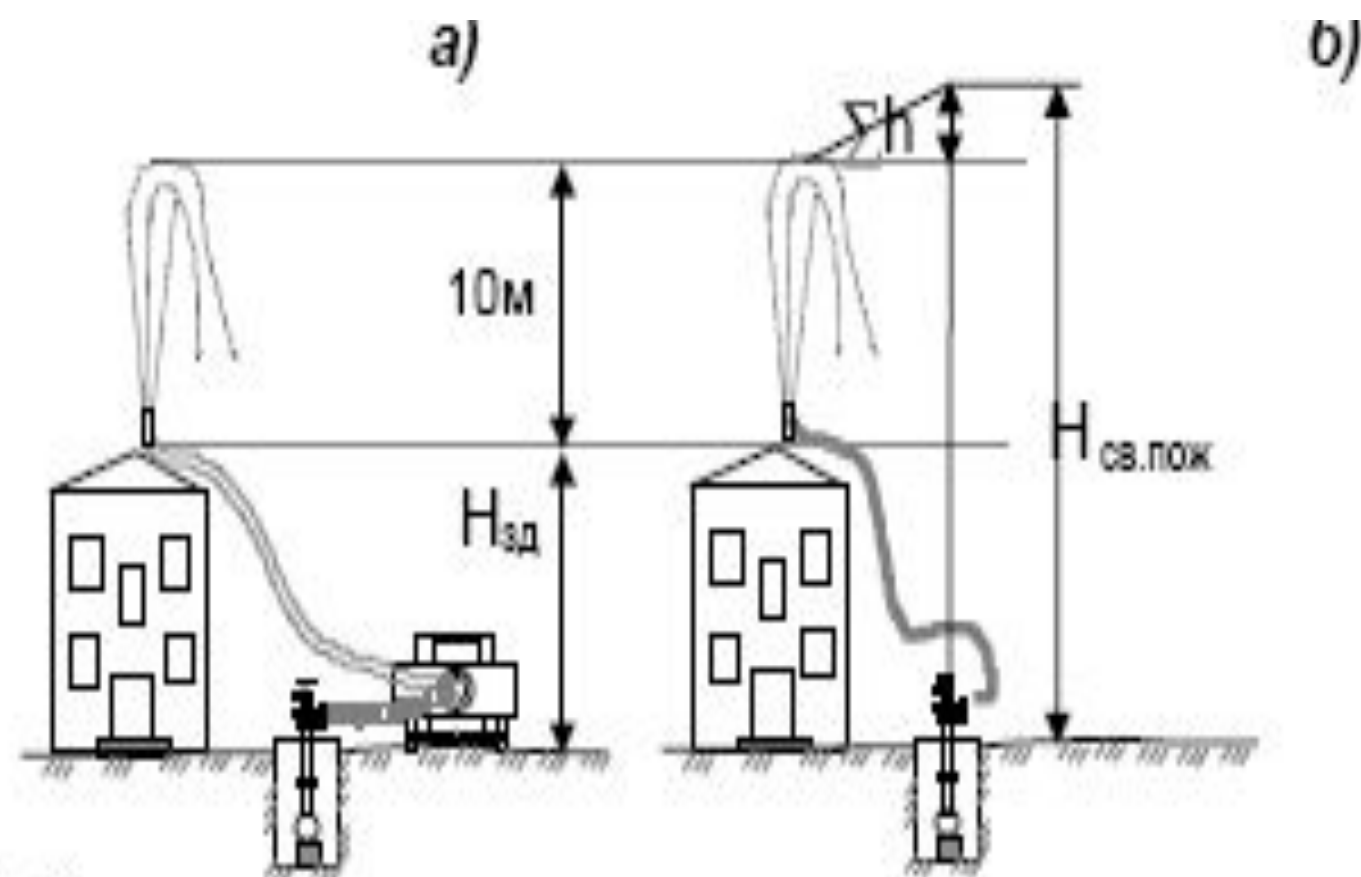


Рис. 2. Схемы тушения пожара из водопровода
 а - низкого давления; б - высокого давления.

Общая схема водоснабжения населенного пункта представлена на рис. 3.

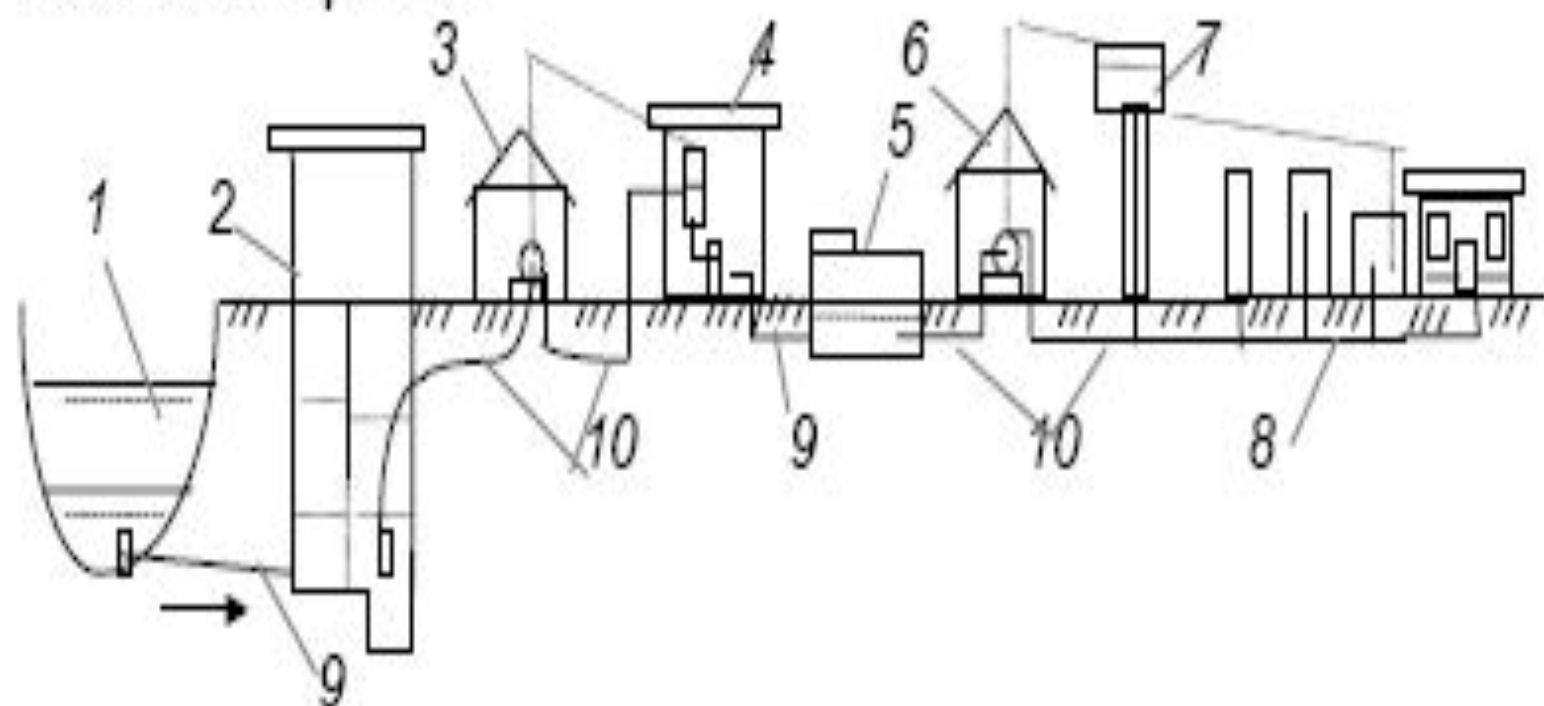


Рис. 3. Общая схема водоснабжения населенного пункта

1 - источник водоснабжения; 2 - водозаборное сооружение; 3 - насосная станция I-подъема; 4 - водоочистная станция; 5 - резервуар чистой воды (РЧВ); 6 - насосная станция II-подъема; 7 - напорно-регулирующее сооружение (водонапорная башня); 8 - распределительная сеть населенного пункта; 9 - самотечные водоводы; 10 - напорные водоводы.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления

Степень благоустройства районов жилой застройки	Водопотребление на 1 жителя среднесуточное за год, л/сут
Здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией: без ванн	125-160
с ваннами и местными водонагревателями	160-230
с ваннами и централизованным горячим водоснабжением	230-350
Застройка зданиями, необорудованными водопроводом и канализацией (водопользование из водоразборных уличных колонок)	30-50

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в отдельных зданиях

Водопотребитель	Измеритель	Нормы расхода воды в сутки максимального водопотребления, л/сут
Общежития без душевых	1 житель	60
Общежития с душевыми	то же	100
То же, со столовыми и прачечными, а также гостиницы и пансионаты с общими ваннами		140
Гостиницы и пансионаты с ваннами в отдельных номерах		230
Больницы, санатории и дома отдыха общего типа	1 койка	250
Санатории и дома отдыха с ваннами во всех жилых комнатах	то же	350
Детские сады-ясли с дневным пребыванием детей	1 ребенок	75
То же, с круглосуточным пребыванием	то же	100
Школы-интернаты	1 место	200
Школы	1 учащийся	20
Пионерские лагеря	1 место	200
Бани без плавательного бассейна	1 посетитель	180
Прачечные:		
Механизированные	1 кг сухого белья	75
Немеханизированные	то же	40
Столовые, рестораны	1 усл.блюдо	12
Поликлиники, амбулатории	1 больной	15
Административные здания	1 работающий	15
Продовольственные магазины	1 раб. место	400
Парикмахерские	то же	120

Нормы расхода воды на поливку

Вид поливки	Измеритель	Нормы расхода воды, л/м ²
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий, проездов, площадей	1 мойка	1,2-1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий, проездов, площадей	1 полив	0,3-0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	то же	0,4-0,5
Поливка городских зеленых насаждений		3-4
Поливка газонов и цветников		4-6
Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах	1 сут	15
Поливка посадок в теплицах, парниках	то же	6

2.3. Определение расчетных расходов воды

Расчетные расходы воды определяются в соответствии с требованиями главы 2 [1].

2.3.1. Расчетный (средний за год) суточный расход воды, $m^3/сут$, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле [1]:

$$Q_{сут.ср.} = \frac{\sum q_{жи} \cdot N_i}{1000}, \quad (3)$$

где $q_{жи}$ - среднесуточная норма водопотребления на 1 жителя, $л/сут$, принимаемая по табл.1 [1] или по табл.3.

2.3.2. Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки максимального и минимального водопотребления определяют по формулам:

$$Q_{сут.макс} = K_{сут.макс} \cdot Q_{сут.ср.} \quad (4)$$

$$Q_{сут.мин.} = K_{сут.мин.} \cdot Q_{сут.ср.} \quad (5)$$

где $K_{сут.макс.}$ и $K_{сут.мин.}$ - соответственно максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням (принимаются $K_{сут.макс.} = 1,1 + 1,3$; $K_{сут.мин.} = 0,7 + 0,9$).

Если в населенном пункте имеются зоны с различным санитарно-техническим оборудованием зданий, то среднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения определяют по формуле (3) для каждой зоны, а затем находят их сумму.

2.3.3. Расход воды на поливку зеленых насаждений и территории определяется по формуле:

$$Q_n = 10 * \sum F_{ni} * q_{ni} * n, \quad (6)$$

где F_n - поливаемая площадь, га;

q_n - норма расхода воды, л/м², на 1 поливку, в зависимости от вида поливаемых площадей, принимается по табл.8;

n - количество поливок в сутки, принимается 1-2 раза в сутки в зависимости от климатических условий;

i - тип поливаемой поверхности (зеленые насаждения, тротуары, дороги и т.п.).

Расход на производственные нужды определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = q_{\text{пр}} * N_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (7)$$

где $q_{\text{пр}}$ - удельное водопотребление на единицу выпускаемой продукции, м^3 ;

$N_{\text{пр}}$ - производительность предприятия по основной продукции, ед./сутки.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления и коэффициенты неравномерности расходов воды в цехах предприятий

Виды цехов	Нормы расхода воды на 1 чел в смену, л	Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления
Цехи с тепловыделением более 84 кДж на 1 м ³ /ч	45	2,5
Остальные цехи	25	3,0

Расчетные показатели душевых сеток

Группы производственных процессов по санитарной характеристике	Расчетное количество человек на 1 душевую сетку	Расход воды на 1 принимающего душ, л/смену
Iа (отсутствие загрязнения одежды и рук)	15	25
Iб (загрязнение одежды и рук)	7	53,5
IIв (использование воды и выделение значительного количества пыли)	5	75
IIIг (выделение больших количеств пыли и особо загрязняющих веществ)	3	125

2.4.1. Определение расчетных часовых расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

Для населенных пунктов часовые расходы воды определяют с учетом коэффициентов часовой неравномерности водопотребления - максимального $K_{ч.макс}$ и минимального $K_{ч.мин}$, которые вычисляются по формулам:

$$K_{ч.макс} = \alpha_{макс} * \beta_{макс}; \quad (8)$$

$$K_{ч.мин} = \alpha_{мин} * \beta_{мин}, \quad (9)$$

где α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия (принимают согласно [1] $\alpha_{макс}=1,2-1,4$; $\alpha_{мин}=0,4-0,6$);

β - коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте (табл. 16).

Таблица 16

Значение коэффициента β [1]

β	Значение коэффициента β при количестве жителей ,тыс.чел до										
	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000
$\beta_{макс}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1,0
$\beta_{мин}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1,0

3.1. Минимальный требуемый свободный напор в час максимального водопотребления

Величину требуемого напора можно вычислить по формуле:

$$H_{св} = H_r + \sum h_w + h_{и}, \quad (14)$$

где H_r - геометрическая высота расположения самого высокого (расчетного) водоразборного прибора над поверхностью земли у точки подключения домового ввода, м;

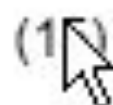
$\sum h_w$ - сумма потерь напора на пути движения воды от точки подключения домового ввода до расчетного водоразборного прибора, м;

$h_{и}$ - напор, необходимый для разлива расчетного расхода воды, м, принимаемый в зависимости от типа санитарного водоразборного прибора по приложению 2 [5] в пределах от 2 до 5 м.

В практике водоснабжения при проектировании наружных водопроводных сетей для упрощения расчетов величину требуемого свободного напора $H_{св}$ допускается определять в зависимости от этажности зданий: при одноэтажной застройке $H_{св}$ составляет не менее 10 м, а при большей этажности на каждый последующий этаж добавляют по 4 м. Следовательно:

$$H_{св} = 4(n - 1) + 10, \quad м$$

где n - количество этажей.



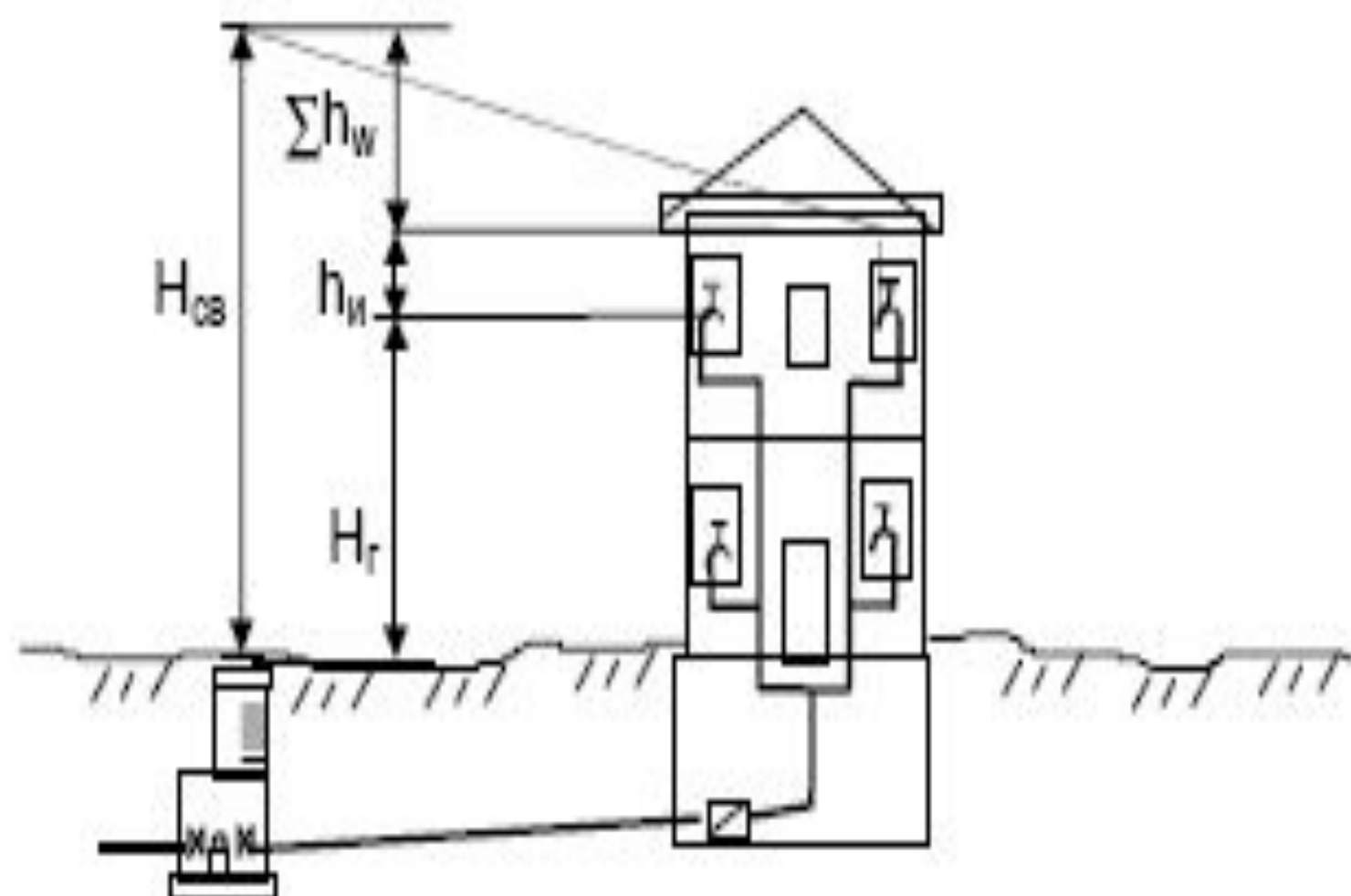


Рис.9. Схема к определению свободных напоров

3.6. Свободные напоры в противопожарных водопроводах высокого давления

Для сети противопожарного водопровода высокого давления свободный напор должен обеспечивать высоту компактной

струи не менее 10 м на уровне наивысшей точки самого высокого здания при подаче по непрорезиненному пожарному рукаву длиной 120 м диаметром 66 мм со sprыском диаметром 19 мм расчетного расхода воды 5 л/с. Ориентировочно этот напор можно определять по формуле:

$$H_{\text{св.пож}} = H_{\text{зд}} + \sum h_w, \quad (16)$$

где $H_{\text{зд}}$ - высота здания;

$\sum h_w \approx 28 \text{ м}$ - сумма потерь напора в пожарном гидранте, пожарной колонке, рукавах и sprыске.

Диаметр необходимого отверстия d , мм, в дроссельной шайбе определяется по формуле:

$$d = 20,8 \sqrt{q \cdot D^2 / (D^2 \sqrt{h} + 350 q)} , \quad (17)$$

где q - расход воды, пропускаемый через шайбу, л/с;

D - расчетный внутренний диаметр трубопровода, в котором устанавливается дроссельная шайба, мм;

h - потеря напора в дроссельной шайбе, м. Принимается равной избыточному напору, который необходимо погасить.

согласно п.8.42 СНиП [1] глубина заложения водопроводных труб, считая до низа трубы, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры.

$$h_{\text{зал}} = h_{\text{пром}} + 0,5, \text{ м} \quad (18)$$

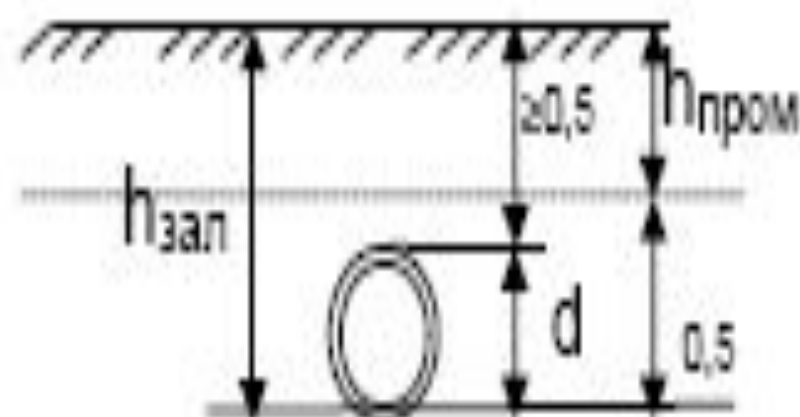


Рис. 10. Определение глубины заложения водопровода