

## 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

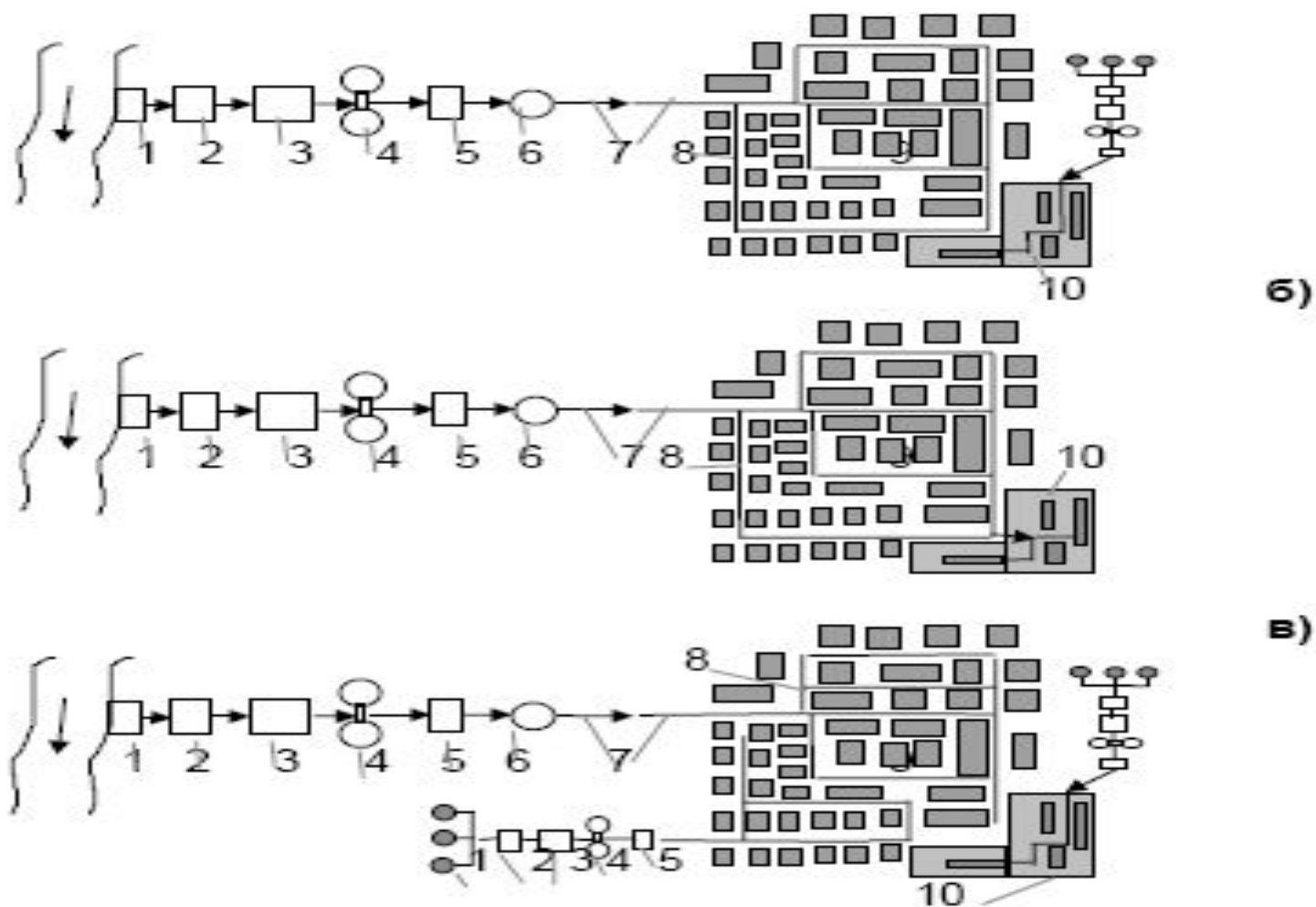
- городские;
- поселковые;
- промышленные;
- железнодорожные и т.д.

#### 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         | $\leq 30$                     | $\leq 3$                          | $\leq 10$ мин                    |
| 5-50                           | II        | $\leq 30$                     | $\leq 10$                         | $\leq 6$ час                     |
| <5                             | III       | $\leq 30$                     | $\leq 15$                         | $\leq 24$ час                    |

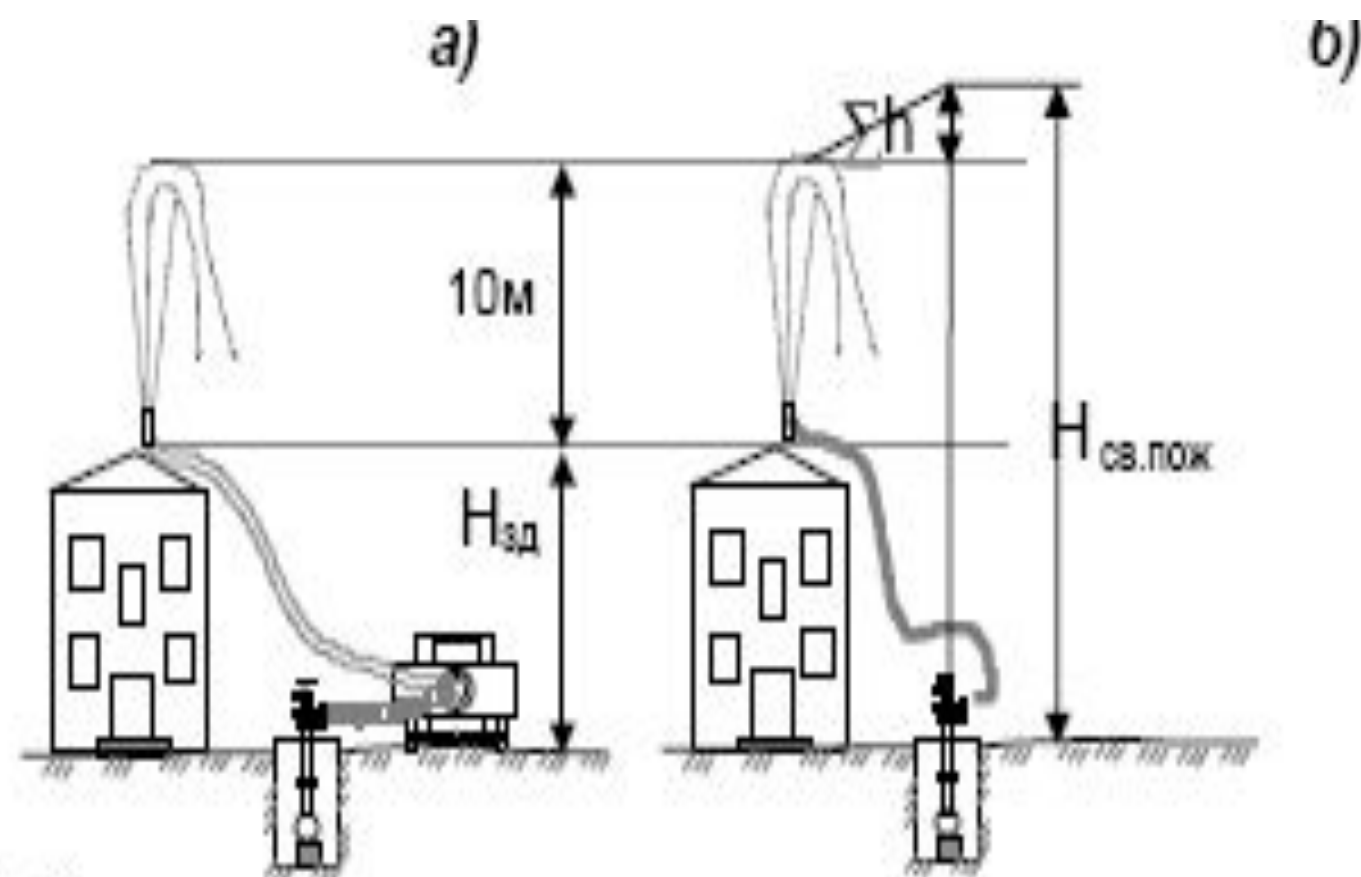
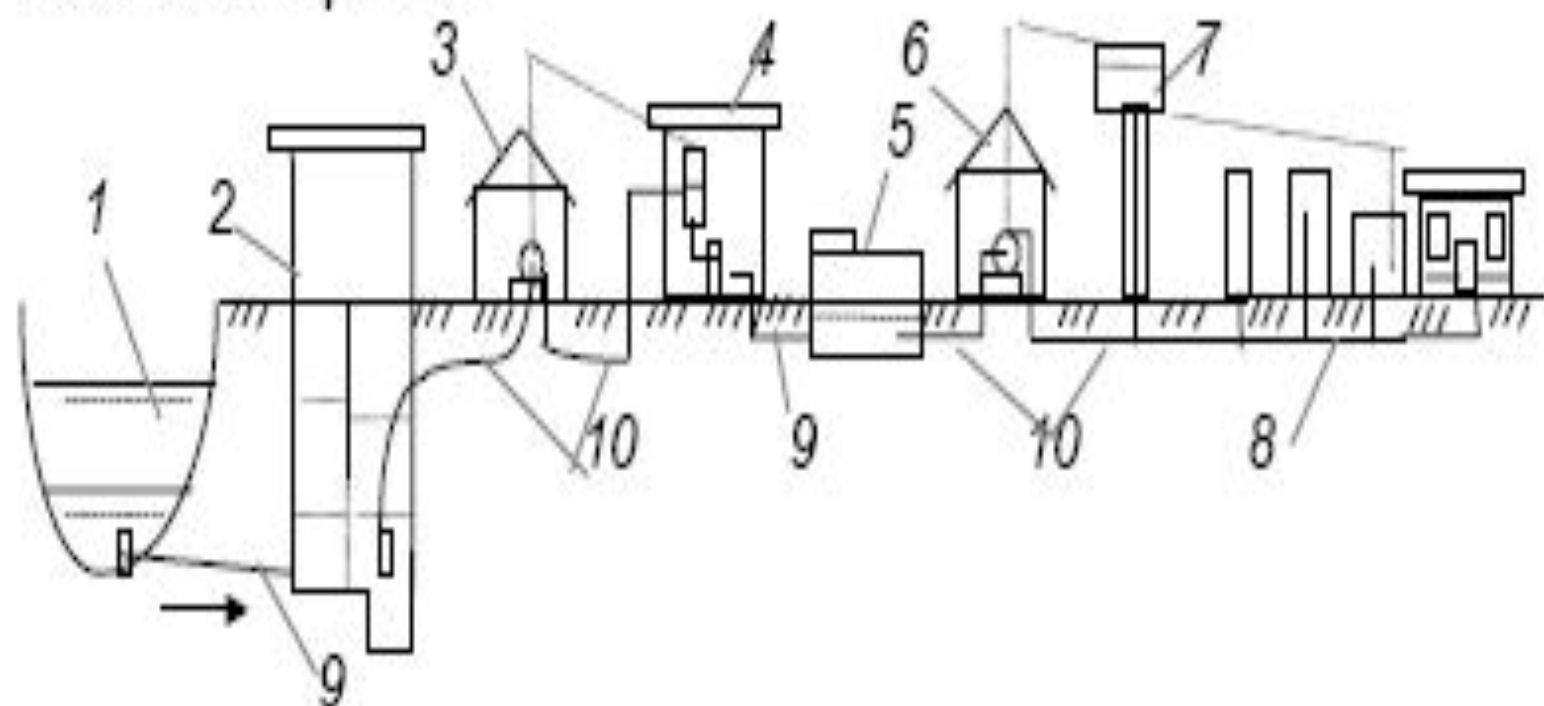


Рис. 2. Схемы тушения пожара из водопровода  
 а - низкого давления; б - высокого давления.

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:<br>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 <sup>2</sup> |
|--|------------|--------------------------------------|
| 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]:**

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

где  $q_{жi}$  - 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/м<sup>2</sup>, 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,  $\text{м}^3$ ;

$N_{\text{пр}}$  - 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 <sup>3</sup> /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 |
|---|---|--|
| Ia (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   |
| IIг (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  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия (принимают согласно [1]  $\alpha_{макс}=1,2-1,4$ ;  $\alpha_{мин}=0,4-0,6$ );

$\beta$  - коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте (табл. 16).

Таблица 16

Значение коэффициента  $\beta$  [1]

| $\beta$        | Значение коэффициента $\beta$ 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;

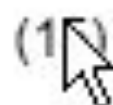
$\sum h_w$  - сумма потерь напора на пути движения воды от точки подключения домового ввода до расчетного водоразборного прибора, м;

$h_{и}$  - 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.



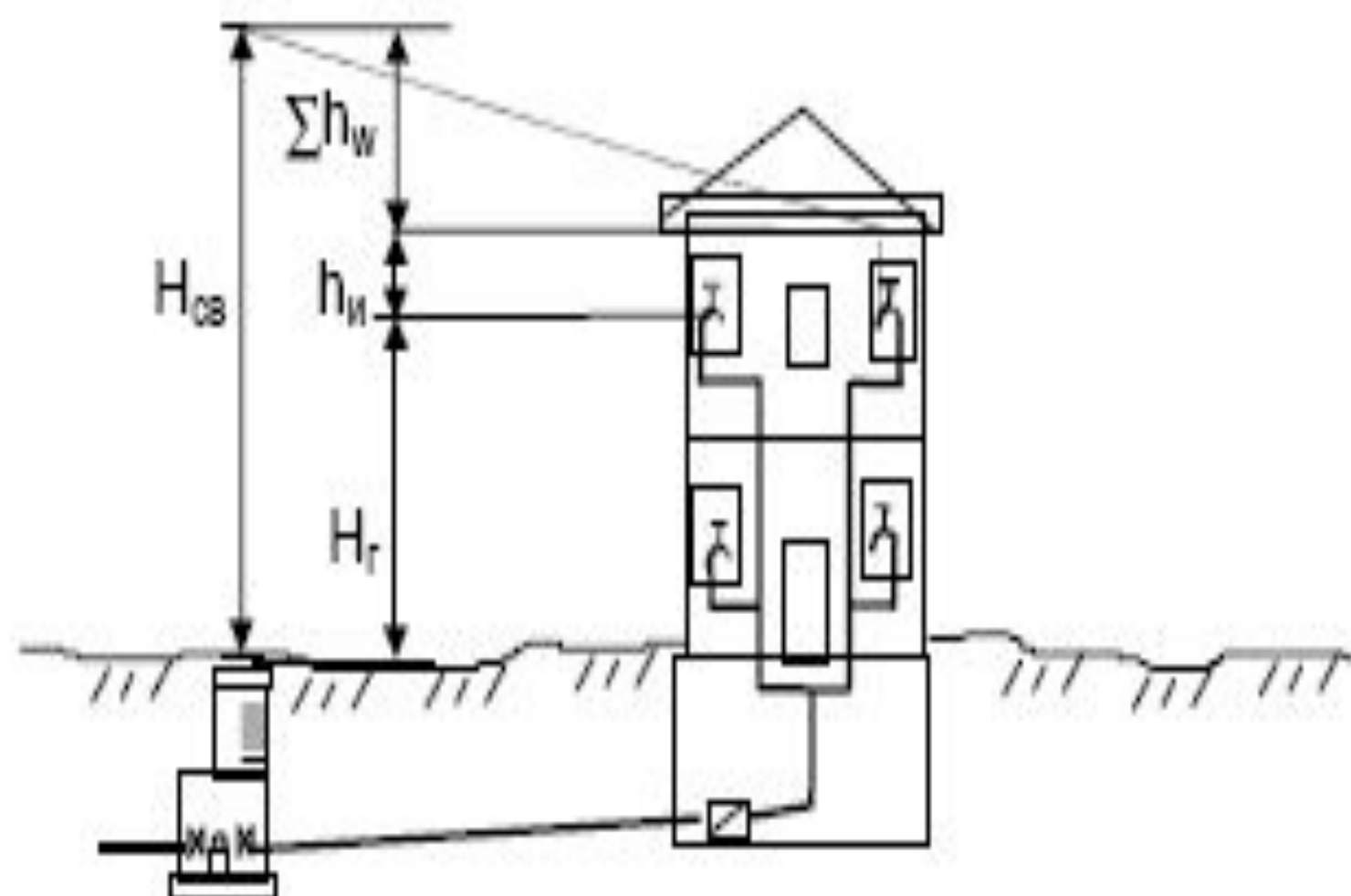


Рис.9. Схема к определению свободных напоров

### 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.

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

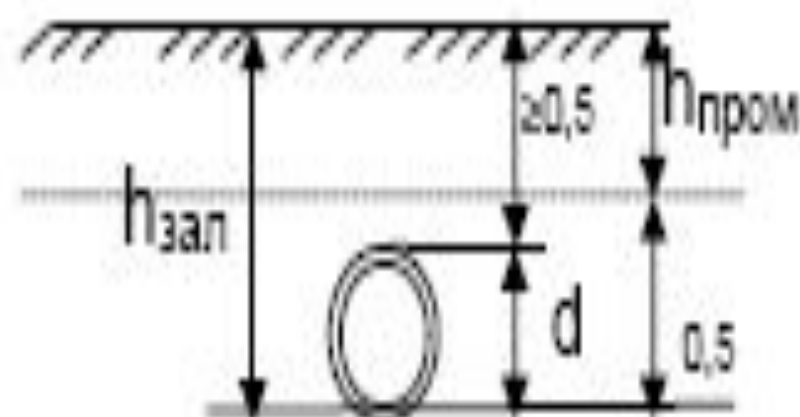


Рис. 10. Определение глубины заложения водопровода