

Расчёт хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения населенного пункта

Число жителей в населенном пункте к концу расчетного периода 25000 человек. Здания оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и централизованным отоплением. Застройка зданий в 5 этажей.

В населенном пункте имеется гостиница (тип «а») с объемом св. 25000 м³ на 400 посетителей. Магистральная водопроводная сеть и водоводы проложены из чугунных труб с полимерным покрытием. Длина водоводов от НС-II до водонапорной башни l_{вод} = 700 м.

Промышленное предприятие по пожарной опасности относится к категории Д, два производственных корпуса II степени огнестойкости один объемом 400 тыс. м³, другой объемом до 500 тыс. м³, ширина зданий св. 60 м, площадь территории предприятия св. 150 га. Предприятие работает в три смены, количество рабочих в каждой смене N_{см} = 600 человек, Расход воды на производственные нужды Q_{см} = 700 м³ /сут. Душ принимают 80% рабочих в смену.

Определение водопотребителей и расчет потребленного расхода воды на хозяйственно-питьевые, производственные и пожарные нужды поселка и предприятия

Определение водопотребителей

Объединенный хозяйственно-питьевой, производственный и противопожарный водопровод должен обеспечить расход воды на хозяйственно-питьевые нужды поселка и предприятия, хозяйственно-бытовые нужды общественных зданий, производственные нужды предприятия, тушение возможных пожаров в поселке и на предприятии.

Расчет требуемых расходов воды для поселка и предприятия

Определение водопотребления начинаем с поселка, поскольку он является основным потребителем.

Поселок

Нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды для населенных пунктов определяются по СНиП* 2.04.02–84 [4], п. 2.1, табл. 1, прим. 4 и зависят от степени благоустройства районов жилой застройки.

В соответствии с п. 2.1. табл. 1 СНиП 2.04.02. – 84 норму водопотребления на одного человека принимаем 200 л/сут.

Суточный расход определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут.ж}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000};$$

$$Q_{\text{сут.ж}} = 300 \cdot 25000 / 1000 = 7500 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Где q_ж - удельное водопотребление на одного жителя, принимаем по таблице 1 СНиП 2.04.02–84; N_ж - расчетное число жителей из задания. Суточный расход с учетом водопотребления на нужды промышленности, обеспечивающей население продуктами, и неучтенные расходы увеличиваются на 10–20% (п. 2.1, примечание 4) СНиП 2.04.02–84

$$Q_{\text{сут.мах}} = (1.1 \div 1.2) Q_{\text{сут.ж}}$$

$$Q'_{\text{сут.мах}} = (1,15) Q_{\text{сут.ж}} = 1,15 \cdot 7500 = 8625 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления Q_{сут.мах}, м³/сут. определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут.мах}} = K_{\text{сут.мах}} Q'_{\text{сут.мах}}$$

$$Q_{\text{сут.мах}} = 1,1 \cdot 8625 = 9488 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где K_{сут.мах} - коэффициент суточной неравномерности водопотребления определяется по п. 2.2 СНиП 2.04.02–84 (K_{сут.мах} = 1,1 – 1,3.) K_{сут.мах} учитывает уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели. Для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением, следует принимать K_{сут.мах}=1,1; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и ванными с местными водонагревателями, K_{сут.мах} = 1,2; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией без ванн, K_{сут.мах} = 1,3.

В данном примере в соответствии с исходными данными следует принимать K_{сут.мах} = 1.2.

Расчетный часовой максимальный расход воды $q_{ч.мах}$ определяется по формуле:

$$Q_{ч.мах} = \frac{K_{ч.мах} \cdot Q_{сут.мах}}{24};$$

$$q_{ч.мах} = 1,4 \cdot 9488 / 24 = 553,466 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $K_{ч.мах}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления, определяется из выражения:

$$K_{ч.мах} = a_{мах} \cdot b_{мах} = 1,2 \cdot 1,19 = 1,4$$

где $a_{мах}$ – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается по п. 2.2 СНиП 2.04.02–84. Для зданий, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией, без ванн, следует принимать $a_{мах} = 1,4$; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и ванными с местными водонагревателями, $a_{мах} = 1,3$; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением, $a_{мах} = 1,2$; $b_{мах}$ – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимается по табл. 2, п. 2.2 СНиП 2.04.02–84

В данном примере в соответствии с исходными данными следует принимать $a_{мах} = 1,3$; $b_{мах} = 1,3$.

$K_{ч.мах}$ рассчитывается, а затем принимается ближайшее табличное значение по приложению I методических указаний. В данном примере $K_{ч.мах} = 1,4$.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в общественном здании (в данном примере – гостинице) зависит от назначения здания и определяется по формуле:

$$Q_{об.зд} = \frac{q_{об.зд} \cdot N_{из}}{1000};$$

$$Q_{об.зд} = q_{об.зд} \cdot N_{посит.} / 1000 = 120 \cdot 400 / 1000 = 48 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $q_{об.зд}$ – норма расхода воды потребителями в сутки для общественных зданий принимается по приложению 3 СНиП 2.04.01–85; $N_{из}$ – количество измерителей.

Общий расход воды по поселку:

$$\sum Q_{сут}^{пос} = Q_{сут.мах} + Q_{об.зд};$$

$$\sum Q_{сут}^{пос} = 9488 + 48 = 9536 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Предприятие

Расчетные величины хозяйственно-питьевого водопотребления в производственных и вспомогательных зданиях, промышленных предприятиях определяются по формулам:

Водопотребление в смену:

$$Q_{см.х-п}^{пр} = \frac{q_{н.х-п} \cdot N_{см}}{1000};$$

$$Q_{см.х-п}^{пр} = 25 \cdot 600 / 1000 = 15 \text{ м}^3 / \text{смену}$$

где $q_{н.х-п}$ – норма водопотребления на одного человека в смену принимается согласно п. 2.4 СНиП 2.04.02–84 и приложения 3 СНиП 2.04.01.85; $N_{см}$ – количество работающих в смену (по заданию);

Суточное водопотребление:

$$Q_{сут.х-п}^{пр} = Q_{см.х-п}^{пр} \cdot n_{см};$$

$$Q_{сут.х-п}^{пр} = 15 \cdot 3 = 45 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $n_{см}$ – количество смен (по заданию).

Количество воды на пользование душем в бытовых помещениях промышленных предприятий определяется по формулам:

Расход воды на душ в смену:

$$Q_{\text{см}}^{\text{душ}} = 0,5 \tau N_c ;$$

$$Q_{\text{см}}^{\text{душ}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 96 = 48 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $t = 1$ ч – продолжительность действия душа после смены (приложение 3 СНиП 2.04.01–85); $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ – норма расхода воды через одну душевую сетку (приложение 3 СНиП 2.04.01–85.); N_c - количество душевых сеток, шт.

$$N_c = \frac{N_{\text{см}}}{5} ;$$

$$N_c = N_{\text{см}} / 5 = N_{\text{см}} \times 80\% / 5 \times 100\% = 600 \times 80\% / 5 \times 100\% = 96 \text{ шт.}$$

где $N_{\text{см}}$ – количество рабочих, принимающих душ после смены (по заданию). Одной душевой сеткой в течение часа, исходя из санитарных норм, пользуется 5 человек;

Суточное водопотребление на душ:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{душ}} = Q_{\text{см}}^{\text{душ}} n_{\text{см}} ;$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{душ}} = 48 \cdot 3 = 144 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $n_{\text{см}}$ – количество смен (по заданию).

Расход воды на производственные нужды предприятия в смену $Q_{\text{см}}^{\text{пр}} = 700 \text{ м}^3/\text{см.}$ (по заданию), который распределяется равномерно по часам смены. Принимается работа восьмичасовых смен: с 8 до 16 ч – первая смена; с 16 до 24 ч – вторая смена, с 24 до 8 ч – третья смена.

Часовой расход воды на производственные нужды:

$$q_{\text{ч}}^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{см}}^{\text{пр}}}{\tau_{\text{см}}} = \frac{Q_{\text{см}}^{\text{пр}}}{8} ;$$

$$q_{\text{ч}}^{\text{пр}} = 700 / 8 = 87,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточное водопотребление на производственные нужды:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} = Q_{\text{см}}^{\text{пр}} n_{\text{см}} ;$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} = 700 \cdot 3 = 2100 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Таким образом, суммарный расход воды по предприятию за сутки:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} = Q_{\text{сут.х-п}}^{\text{пр}} + Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} + Q_{\text{сут}}^{\text{душ}} ;$$

$$\sum Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} = 45 + 2100 + 144 = 2289 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Суммарный расход воды за сутки по поселку и предприятию равен:

$$\sum Q_{\text{сут}}^{\text{общ}} = \sum Q_{\text{сут}}^{\text{пос}} + \sum Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} ;$$

$$\sum Q_{\text{сут}}^{\text{общ}} = 9536 + 2289 = 11825 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Для определения режима работы насосных станций, емкости баков водонапорных башен и резервуаров чистой воды составляется таблица по часового суточного водопотребления и строится график водопотребления по часам суток.

Составляем таблицу суммарного водопотребления по часам суток (таблица 1.1).

В графе 1 приведены часовые промежутки от 0 до 24 ч.

В графе 2 – расход воды поселком по часам суток в процентах от суточного водопотребления согласно приложению I при $K_{ч.маx} = 1,4$ (согласно расчетам).

В графе 3 – расход воды поселком на хозяйственно-питьевые нужды за каждый час суток $q_{ч}^{пос}$, м³, например, с 10 до 11 часов расходуется 4,5% от $Q_{сут}$, т.е. $q_{ч}^{пос} = 9488 \cdot 5,8\% / 100\% = 553,088$ м³/сут..

В графе 4 – расход воды на хозяйственно-питьевые нужды общественного здания (по заданию – баня) по часам суток в процентах от суточного расхода. Распределение расходов воды по часам суток принято по приложению I при $K_{ч} = K_{ч.маx} = 2,5$.

В графе 5 – количество воды в м³, расходуемое баней на хозяйственно-питьевые нужды за каждый час суток (например, с 10 до 11 ч расходуется 6% суточного расхода воды гостиницей):

$$Q_{чоб.зд.} = 36 \cdot 6\% / 100\% = 2,88 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

В графе 6 – расход на хозяйственно-питьевые нужды предприятия по часам смены в процентах от сменного расхода воды. Распределение расхода по часам смены принято по приложению I при $K_{ч} = 3$.

В таблице 1.1 дано распределение расходов на хозяйственно-питьевые нужды предприятия для трехсменной работы.

Для двухсменной работы в графе 6 с 0 до 1 ч записывается 12,5% от $Q_{см}$, с 1 до 9 ч – ноль и с 9 ч записываются в процентах, как в таблице 1.1.

В графе 8 – расход воды на работу душа $q_{ч}^{душ}$, который учитывается в течение часа после работы каждой смены (например, первая смена заканчивается в 16 ч, душ работает с 16 до 17 ч).

В графе 9 – расход воды на производственные нужды, равномерно распределен по часам смены ($Q_{см} = 700$ м³, продолжительность смены 8 ч.)

$$q_{чпр} = Q_{смпр}/t_{см} = Q_{смпр}/8 = 700/8 = 87,5 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

В графе 10 – сумма расходов всех потребителей в определенны час суток в м³, например, с 8 до 9 ч расходуется:

$$Q_{чобщ} = q_{чпос} + q_{чоб.зд} + q_{чпр.х-п} + q_{чдуш} + q_{чпр} = 553,088 + 3,84 + 1,875 + 48 + 87,5 = 694,303 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

В графе 11 – сумма расходов всех потребителей в определенный час суток в процентах от суммарного суточного расхода. Например, суммарный суточный расход воды 11825 м³, а суммарный расход потребителей с 8 до 9 ч – 694,303 м³, что составляет $694,303 \cdot 100\% / 11825 = 5,871\%$.

При составлении таблицы необходимо для контроля суммировать числа, стоящие в столбцах, например, сумма чисел в столбце 3 должна быть равна $Q_{сут.маx}$ и т.д.

Из таблицы 1.1 видно, что по поселку и предприятию наибольшее водопотребление происходит с 8 до 9 ч., в это время на все нужды расходуется 694,303 м³/ч или

$$Q_{пос.пр} = 694,303 \cdot 1000 / 3600 = 192,861 \text{ л/с.}$$

По предприятию расчетный расход:

$$Q_{пр} = (5,625 + 48 + 87,5) \cdot 1000 / 3600 = 39,201$$

Расчетный расход общественного здания (гостиницы):

$$Q_{об.зд} = (4,8 \cdot 1000) / 3600 = 1,333 \text{ л/с.}$$

Собственно поселок расходует:

$$Q_{рас}^{пос} = Q_{пос.пр} - Q_{пр} - Q_{об.зд} = 192,861 - 39,201 - 1,333 = 152,327 \text{ л/с.}$$

По данным графы 11 таблицы 1.1 строим график водопотребления объединенного водопровода по часам суток (Рис. 1.1).

Таблица 1.1. Водопотребление по часам суток в поселке и на промышленном предприятии

Часы суток	Поселок				Предприятие				Всего за сутки	
	На хозяйственно-питьевое водопотребление		Общественное здание (гостиница)		На хозяйственно-питьевое водопотребление					
	% от $Q_{сут.мах}$ при $Kч=1,7$	$q_{ч}^{пос}$, м ³ / ч	% от $Q_{см.х-п}$ при $Kч = 2,5$	$q_{ч}^{об.зд}$, м ³ / ч	% от $Q_{см.х-п}^{пр}$ при $Kч = 3$	$q_{ч}^{пр.х-п}$, м ³ / ч	$q_{ч}^{душ}$, м ³ / ч	$q_{ч}^{пр}$, м ³ /ч	$q_{ч}^{общ}$, м ³ / ч	% от суточного водопотребления
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0–1	2	190,72	0,2	0,096	12,5	0,9375	48	87,5	327,2535	2,767
1–2	2,1	200,256	0,2	0,096	6,25	0,9375		87,5	288,7895	2,542
2–3	1,85	176,416	0,2	0,096	6,25	0,9375		87,5	264,9495	2,340
3–4	1,9	181,184	0,2	0,096	6,25	0,9375		87,5	269,7175	2,380
4–5	2,85	271,776	0,5	0,24	18,75	2,8125		87,5	362,3285	3,164
5–6	3,7	352,832	0,5	0,24	37,5	5,625		87,5	446,197	3,773
6–7	4,5	429,12	3	1,44	6,25	0,9375		87,5	518,9975	4,488
7–8	5,3	505,408	5	2,4	6,25	0,9375		87,5	596,2455	5,142
8–9	5,8	553,088	8	3,84	12,5	1,875	48	87,5	694,303	5,871
9–10	6,05	576,928	10	4,8	6,25	0,9375		87,5	670,1655	5,667
10–11	5,8	553,088	6	2,88	6,25	0,9375		87,5	644,4055	5,449
11–12	5,7	543,552	10	4,8	6,25	0,9375		87,5	636,7895	5,485
12–13	4,8	457,728	10	4,8	18,75	2,8125		87,5	552,8405	4,675
13–14	4,7	448,192	6	2,88	37,5	5,625		87,5	544,197	4,602
14–15	5,05	481,568	5	2,4	6,25	0,9375		87,5	572,4055	4,840
15–16	5,3	505,408	8,5	4,08	6,25	0,9375		87,5	597,9255	5,156
16–17	5,45	519,712	5,5	2,64	12,5	1,875	48	87,5	659,727	5,579
17–18	5,05	481,568	5,0	2,4	6,25	0,9375		87,5	572,4055	4,840
18–19	4,85	462,496	5,0	2,4	6,25	0,9375		87,5	553,3335	4,679
19–20	4,5	429,12	5,0	2,4	6,25	0,9375		87,5	519,9575	4,397
20–21	4,2	400,512	2	0,96	18,75	2,8125		87,5	491,7845	4,258

21–22	3,6	343,296	0,7	0,336	37,5	5,625		87,5	436,757	3,693
22–23	2,85	271,776	3	1,44	6,25	0,9375		87,5	361,6535	3,158
23–24	2,1	200,256	0,5	0,24	6,25	0,9375		87,5	288,9335	2,543
всего	100	9536	100	48	300	45	144	2100	11825	100

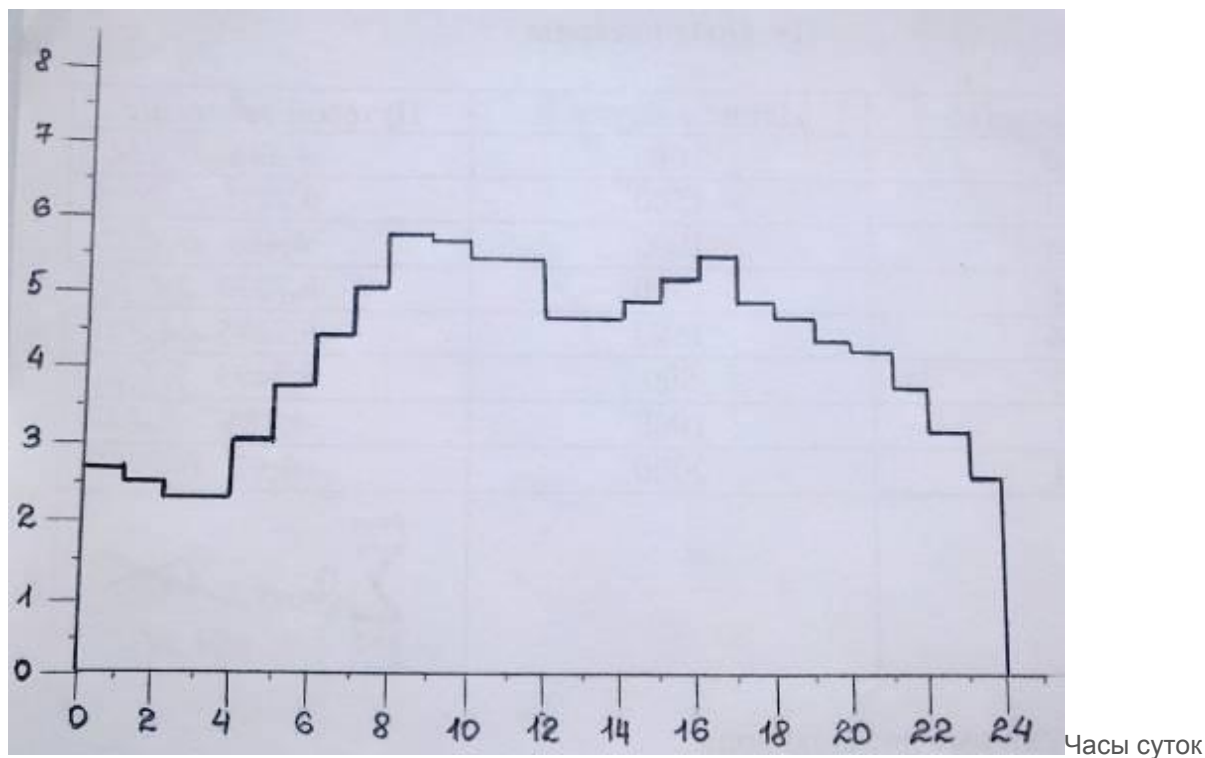


Рис. 1.1. График водопотребления

Определение расчетных расходов на пожаротушение

Расчетные расходы воды для наружного пожаротушения в населенных пунктах и на промышленных предприятиях определяются по СНиП 2.04.02–84, пп. 2.12–2.23, а для внутреннего пожаротушения по СНиП 2.04.01–85, пп. 6.1–6.6.

В населенных пунктах число одновременных пожаров и расход воды на один пожар зависят от количества жителей и этажности застройки. На промышленных предприятиях число одновременных пожаров зависит от площади территории предприятий, а расчетный расход воды на наружное пожаротушение – от степени огнестойкости зданий, категорий зданий по пожаро- и взрывоопасности, объема зданий, наличия фонарей, ширины здания, наличия автоматических установок пожаротушения. Расчетное количество одновременных пожаров для объединенных водопроводов, обслуживающих населенные пункты и промышленные предприятия, зависит от площади территории предприятия и количества жителей в населенном пункте (п. 2.23 СНиП 2.04.02–84). Расчетные расходы воды для внутреннего пожаротушения и расчетное количество струй в населенных пунктах зависят от назначения здания, высоты (этажности), объема, а на промышленных предприятиях – от степени огнестойкости зданий, категории здания по пожарной опасности, объема зданий.

Определим расчетные расходы воды для пожаротушения по исходным данным. Так как водопровод в поселке проектируется объединенным, то согласно СНиП 2.04.02–84, п. 2.23 при количестве жителей 9000 человек и площади предприятия св. 150 га принимаем два пожара на предприятии или в населенном пункте по наибольшему расходу воды (п. 2.12, табл. 5 СНиП 2.04.02 – 84) при четырехэтажной застройке с расходом воды 15 л/с на один пожар:

$$Q_{\text{пж.нар.пос.}} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ л/с};$$

Расход воды на внутреннее пожаротушение в поселке при наличии гостиницы, объемом 25000 м³, согласно СНиП 2.04.01–85, п. 6.1, табл. 1 принимаем одну струю производительностью 2,5 л/с.

$$Q_{\text{пж.вн}}^{\text{пос}} = 1 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ л/с};$$

Согласно СНиП 2.04.02–84, п. 2.22, на предприятии принимаем один пожар, так как площадь предприятия св. 150 га.

Согласно п. 2.14, табл. 7 прим. 1 СНиП 2.04.02–84, расчетный расход воды для здания объемом 400 тыс. м³ Q_{пож.нар.пос.} = 25 л/с, а для здания объемом до 500 тыс. м³ Q_{пож.нар.пос.} = 25 л/с.

Таким образом:

$$Q_{\text{пож.нар}}^{\text{пр}} = Q_{\text{пож.нар1}}^{\text{пр}} + Q_{\text{пож.нар2}}^{\text{пр}} ;$$

$$Q_{\text{пож.нар}}^{\text{пр}} = 25 + 25 = 50 \text{ л/с.}$$

Согласно СНиП 2.04.01–85, п. 6.1, табл. 2 расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение в производственных зданиях предприятия принимаем из расчета 4х струй производительностью 5 л/с каждая, тогда:

$$Q_{\text{пож.вн}}^{\text{пр}} = 4 \times 5 = 20 \text{ л/с.}$$

Таким образом

$$Q_{\text{пож}}^{\text{пос}} = Q_{\text{пож.нар}}^{\text{пос}} + Q_{\text{пож.вн}}^{\text{пос}} ;$$

$$Q_{\text{пож}}^{\text{пос}} = 30 + 2,5 = 32,5 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пож}}^{\text{пр}} = Q_{\text{пож.нар}}^{\text{пр}} + Q_{\text{пож.вн}}^{\text{пр}} ;$$

$$Q_{\text{пож}}^{\text{пр}} = 50 + 20 = 70 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{пож}}^{\text{пос}} < Q_{\text{пож}}^{\text{пр}} ,$$

На предприятии 2 пожара, т.к. площадь территории предприятия св. 150 га.

$$Q_{\text{пр.пож.}} = 70 \cdot 2 = 140$$

поэтому, согласно СНиП 2.04.02–84, п. 2.23, расход воды на цели пожаротушения в поселке и на предприятии определяем как сумму расхода воды на предприятии и 50% расхода воды в поселке:

$$Q_{\text{пож.рас}} = Q_{\text{пож}}^{\text{пр}} + 0,5Q_{\text{пож}}^{\text{пос}} ;$$

$$Q_{\text{пож.рас}} = 140$$

При определении расчетных расходов воды на цели пожаротушения необходимо внимательно изучить п. 2.23 СНиП 2.04.02–84.

Гидравлический расчет водопроводной сети

Гидравлический расчет водопроводной сети выполняется два раза: при максимальном хозяйственно-производственном водопотреблении (в обычное время) и при пожаре. Цель гидравлического расчета – определить потери напора в сети в этих двух случаях.

Рассмотрим гидравлический расчет на примере водопроводной сети, показанной на рис. 2.1. Для приведенного в разд. 1 примера общий расход воды в час максимального водопотребления составляет 192,861 л/с, в том числе сосредоточенный расход предприятия равен 39,201 л/с, а сосредоточенный расход общественного здания 1,333 л/с.

Гидравлический расчет сети выполняется в следующей последовательности – ности:

1) определим равномерно распределенный расход воды вычитанием суммы сосредоточенных расходов из общего расхода в час максимального водопотребления:

$$Q_{\text{рас}}^{\text{пос}} = Q_{\text{пос.пр}} - \sum_{i=1}^{i=n} Q_{\text{сосред}} = Q_{\text{пос.пр}} - Q_{\text{пр}} - Q_{\text{об.зд}} ;$$

$$Q_{\text{рас}}^{\text{пос}} = 192,861 - (39,201 + 1,333) = 152,327 \text{ л/с.}$$

2) определим удельный расход воды $q_{уд}$, т.е. равномерно распределенный расход, приходящийся на единицу длины водопроводной сети:

$$q_{уд} = Q_{рас}^{пос} / \sum_{j=1}^{j=m} l_j ;$$

$$q_{уд} = 152,327 / 10000 = 0,015232 \text{ л/(с*м)};$$

$$\sum_{j=1}^{j=m} l_j = l_{1..2} + l_{2..3} + l_{3..4} + l_{4..5} + l_{5..6} + l_{6..7} + l_{7..1} + l_{7..4} = 10000 \text{ м.}$$

где l_j - длина участка; t - количество участков; j - номер участка;

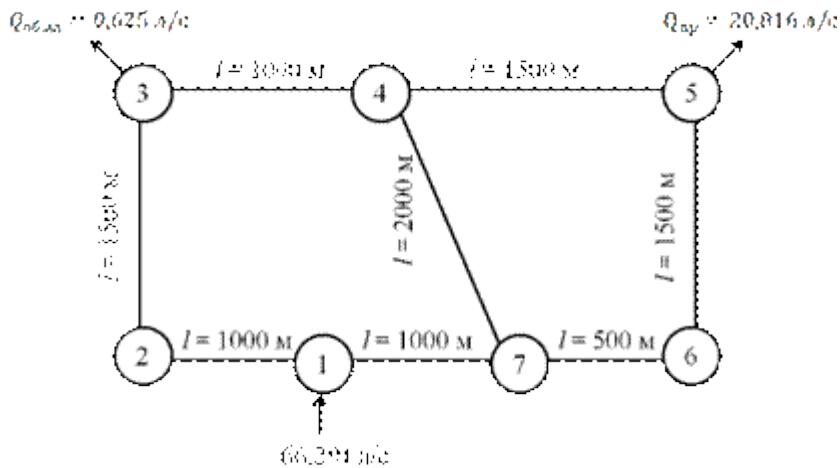


Рис. 2.1. Расчетная схема водопроводной сети

3) определим равномерно распределенные расходы по длине участков (путевые отборы):

$$Q_{путj} = q_{уд} l_j ;$$

Результату приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Путевые расходы

Номер участка	Длина участка, м	Путевой отбор, л/с
1-2	1000	15,232
2-3	1500	22,849
3-4	1000	15,232
4-5	1500	22,849
5-6	1500	22,849
6-7	500	7,616
7-1	1000	15,232
7-4	2000	30,465
		$\sum Q_{путj} = 152,327$

4) определим узловые расходы воды:

$$q_{\text{узл}} = 0,5 \left(\sum Q_{\text{пут}j} \right),$$

где $\sum Q_{\text{пут}j}$ – сумма путевых отборов на участках, прилегающих к данному узлу;

$$q_1 = 0,5 (Q_{\text{пут.1-2}} + Q_{\text{пут.7-1}});$$

$$q_1 = 0,5 \times (15,232 + 15,232) = 15,232 \text{ л/с и т.д.}$$

Результаты приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Узловые расходы

Номер узла	Узловой расход, л/с
1	15,232
2	19,0405
3	19,0405
4	34,273
5	22,849
6	15,232
7	26,656
	$\sum q_{\text{узл}} = 152,327 \text{ л/с.}$

5) К узловым расходам добавляются сосредоточенные расходы, а при пожаре к одному из узловых расходов добавляется еще расход воды на пожаротушение;

Добавим к узловым расходам сосредоточенные расходы. К узловому расходу в точке 5 добавим сосредоточенный расход предприятия, а в точке 3 – сосредоточенный расход общественного здания. Тогда $q_5 = 62,05 \text{ л/с}$, $q_3 = 20,373 \text{ л/с}$. Величины узловых расходов показаны на рис. 2.2. С учетом сосредоточенных $\sum q_{\text{узл}} = 152,327 \text{ л/с}$.

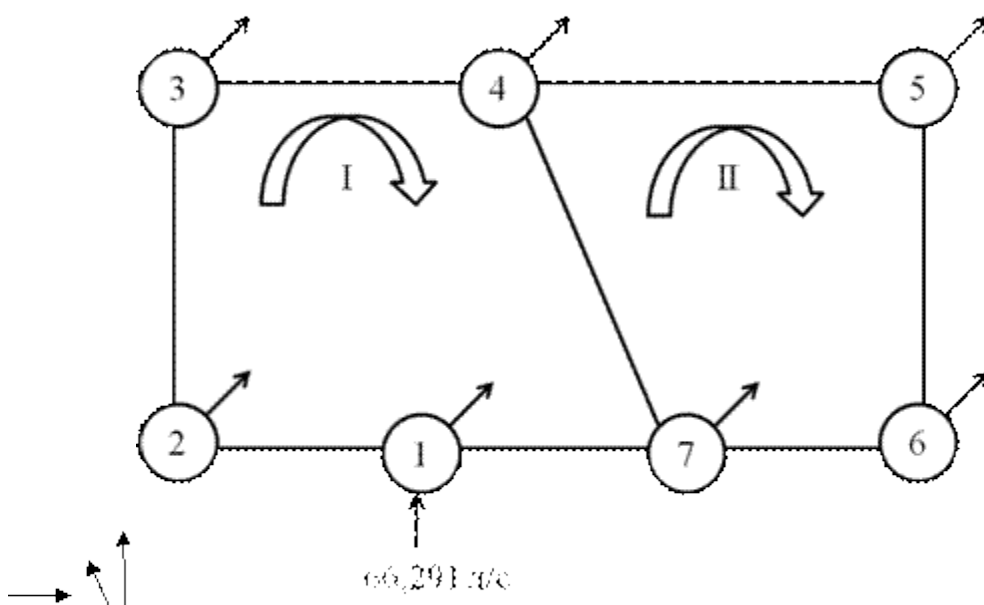


Рис. 2.2. Расчетная схема водопроводной сети с узловыми расходами

6) Выполним предварительное распределение расходов воды по участкам сети. Сделаем это сначала для водопроводной сети при максимальном хозяйственно – производственном водопотреблении (без пожара).

Выберем диктующую точку, т.е. конечную точку подачи воды. В данном примере за диктующую точку примем точку 5. Предварительно наметим направления движения воды от точки 1 к точке 5 (направления показаны на рис. 2.2). Потoki воды могут подойти к точке 5 по трем направлениям: первое – 1–2–3–4–5, второе – 1–7–4–5, третье – 1–7–6–5. Для узла 1 должно выполняться соотношение $q_1 + q_{1-2} + q_{1-7} = Q_{\text{пос.пр}}$. Величины $q_1 = 15,232$ л/с и $Q_{\text{пос.пр.}} = 192,8565$ л/с известны, а q_{1-2} и q_{1-7} – неизвестны. Задаемся произвольно одной из этих величин. Возьмем, например, $q_{1-2} = 89$ л/с. Тогда $q_{1-7} = Q_{\text{пос.пр.}} - (q_1 + q_{1-2}) = 192,8565 - (15,232 + 89) = 88,624$ л/с.

Для точки 7 должно соблюдаться следующее соотношение: Значения $q_{1-7} = 88,624$ л/с и $q_7 = 26,656$ л/с известны, а q_{7-4} и q_{7-6} – неизвестны. Задаемся произвольно одной из этих величин и принимаем, например, $q_{7-4} = 30$ л/с. Тогда $q_{7-6} = q_{1-7} - (q_7 + q_{7-4}) = 88,624 - (26,656 + 30) = 31,968$ л/с. Расходы воды по другим участкам сети можно определить из следующих соотношений:

$$q_{2-3} = q_{1-2} - q_2 = 89 - 19,0405 = 69,959 \text{ л/с}$$

$$q_{3-4} = q_{2-3} - q_3 = 69,959 - 19,0405 = 50,919 \text{ л/с}$$

$$q_{4-5} = q_{7-4} + q_{3-4} - q_4 = 30 + 50,919 - 34,273 = 46,646 \text{ л/с}$$

$$q_{6-5} = q_{7-6} - q_6 = 31,968 - 15,232 = 16,736 \text{ л/с}$$

Проверка: $q_5 = q_{4-5} + q_{6-5} = 46,646 + 16,736 = 63,382$ л/с.

Схема водопроводной сети с предварительно распределенными расходами в обычное время показана на рис. 2.3.

При пожаре водопроводная сеть должна обеспечивать подачу воды на пожаротушение при максимальном часовом расходе воды на другие нужды за исключением расходов воды на промышленном предприятии на душ, поливку территории и т.п. (п. 2.21 СНиП 2.04.02–84), если эти расходы вошли в расход в час максимального водопотребления. Для водопроводной сети, показанной на рис. 3.1, расход воды для пожаротушения следует добавить к узловому расходу в точке 6, где осуществляется отбор воды на промышленное предприятие, т.е. $q_{\phi 6} = q_6 + Q_{\text{пж.рас.}} - q_{\text{душ}}$.

Однако из таблицы водопотребления (см. табл. 1.1) видно, что без учета расхода воды на душ час максимального водопотребления будет с 9 до 10 часов.

Расход воды $Q_{\phi \text{пос.пр.}} = 670,1655 \text{ м}^3/\text{ч} = 186,157$ л/с, в том числе сосредоточенный расход предприятия равен $Q_{\phi \text{пр.}} = 87,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 24,305$ л/с, а сосредоточенный расход общественного здания $Q_{\phi \text{об.зд.}} = 4,8 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,333$ л/с.

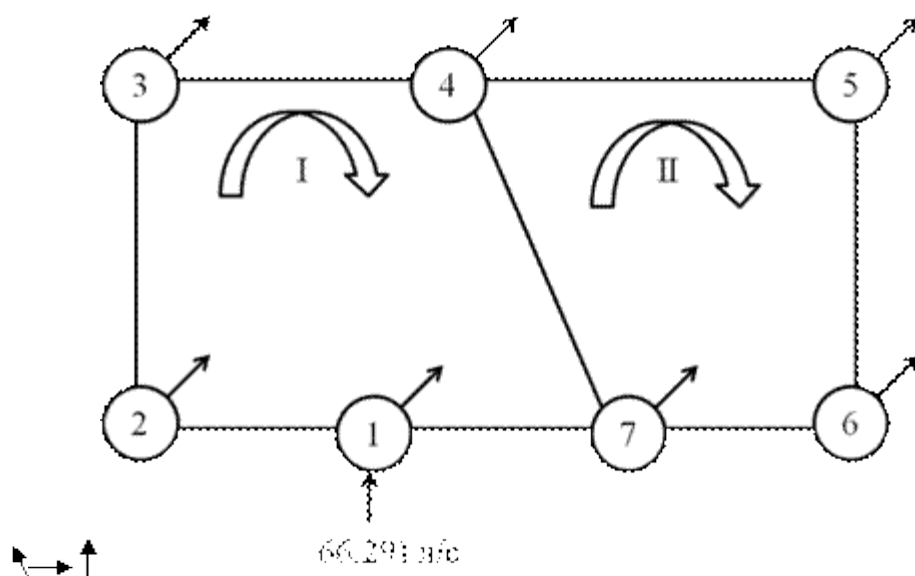


Рис. 2.3. Расчетная схема водопроводной сети с предварительно распределенными расходами при хозяйственно-производственном водопотреблении

Поэтому при гидравлическом расчете сети при пожаре:

$$Q''_{\text{пос.пр.}} = Q'_{\text{пос.пр.}} + Q_{\text{пж.рас.}} ;$$

$$Q''_{\text{пос.пр.}} = 186,157 + 140 = 326,157 \text{ л/с.}$$

Так как $Q''_{\text{пос.пр.}} \neq Q'_{\text{пос.пр.}}$, то узловые расходы при пожаре будут другие,

чем в час максимального водопотребления без пожара. Определим узловые расходы так, как это делалось без пожара. При этом следует учитывать, что сосредоточенными расходами будут:

$$Q'_{пр} = 24,305 \text{ л/с}, Q_{об.зд} = 1,333 \text{ л/с}, Q_{пож.рас} = 140 \text{ л/с}.$$

Равномерно распределенный расход будет равен:

$$Q_{пос.рас} = Q''_{пос.пр} - (Q'_{пр} + Q'_{об.зд} + Q_{пож.рас});$$

$$Q_{пос.рас} = 326,157 - (24,305 + 1,333 + 140) = 160,519 \text{ л/с}.$$

Расчетная схема водопроводной сети с узловыми и предварительно распределенными расходами при пожаре показана на 2.4.

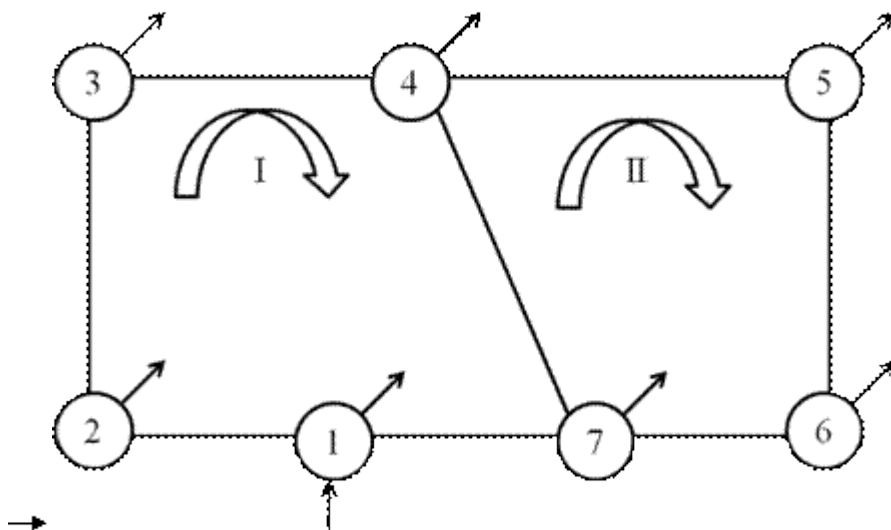


Рис. 2.4. Расчетная схема водопроводной сети с предварительно распределенными расходами при пожаре

Таблица 2.3. Путевые расходы

Номер участка	Длина участка, м	Путевой отбор, л/с
1-2	1000	16,0519
2-3	1500	24,07785
3-4	1000	16,0519
4-5	1500	24,07785
5-6	1500	24,07785
6-7	500	8,02595
7-1	1000	16,0519
7-4	2000	32,1038
		$\sum Q_{путj} = 152,327$

Таблица 2.4. Узловые расходы

Номер узла	Узловой расход, л/с
------------	---------------------

1	16,0519
2	20,0648
3	20,0648
4	36,1167
5	48,1557
6	16,0519
7	28,0908
	S қузіл = 152,327 л/с.

7) Определим диаметры труб участков сети. Для чугунных труб с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования $\Theta = 1$. По экономическому фактору и предварительно распределенным расходам воды на участках сети при пожаре по приложение II определяются диаметры труб участков водопроводной сети:

$d_{1-2} = 0,3044$ м; $d_{2-3} = 0,3044$ м; $d_{3-4} = 0,253$ м; $d_{4-5} = 0,253$ м;

$d_{5-6} = 0,1524$ м; $d_{6-7} = 0,2026$ м; $d_{7-1} = 0,3044$ м; $d_{7-4} = 0,2026$ м;

Соответствующие расчетные внутренние диаметры определяются по ГОСТ539–80 и равны:

$d_{1-2} = 0,315$ м; $d_{2-3} = 0,315$ м; $d_{3-4} = 0,28$ м; $d_{4-5} = 0,253$ м;

$d_{5-6} = 0,16$ м; $d_{6-7} = 0,225$ м; $d_{7-1} = 0,315$ м; $d_{7-4} = 0,2026$ м;

При этом в соответствии с п. 2.30 СНиП 2.04.02–84 максимальный свободный напор в сети объединенного водопровода не должен превышать 60 м.

Увязку удобно выполнять в виде таблицы (табл. 2.3)

При увязке потери напора в чугунных трубах с полимерным покрытием, определяем по формуле:

$$h = 10^{-3} [(1+3,51/V)^{0,19} \cdot 0,561 V^2 / d_p^{1,19}] \cdot l;$$

$$h = 10^{-3} \cdot [(1+3,51 / 1,03)^{0,19} \cdot 0,561 \cdot 1,032 / 0,1066] \cdot 1000 = 7,397 \text{ м.}$$

Данные для расчета взяты из табл. 2.3 и приложения 10 СНиП 2.04.02–84

Таблица 2.5. Увязка водопроводной сети при максимальном хозяйственно – производственном водопотреблении

Номер кольца	Участок сети	Расход воды q, л/с	Расчетный внутренний диаметр d_p , м	Длина l, м	скорость V, м/с	$(1+3,51/V)^{0,19} \cdot 0,561 V^2$	
1	2	3	4	5	6	7	8
	1–2	89	0,304	1000	1,227	4,93	0,242
	2–3	69,959	0,304	1500	0,964	4,58	0,242
I	3–4	50,919	0,253	1000	1,018	4,096	0,194
	4–7	30	0,2026	2000	0,936	8,67	0,149

	7-1	88,642	0,304	1000	1,222	4,91	0,242
	4-5	46,646	0,253	1500	0,932	5,14	0,194
II	5-6	16,736	0,152	1500	0,932	8,48	0,106
	7-6	31,968	0,2026	500	0,998	2,46	0,149
	7-4	30	0,2026	2000	0,936	8,67	0,149

Определение режима работы насосной станции НС-II

Выбор режима работы насосной станции второго подъема (НС-II) определяется графиком водопотребления (рис. 3.1). В те часы, когда подача НС-II больше водопотребления поселка, избыток воды поступает в бак водонапорной башни, а в часы, когда подача НС-II меньше водопотребления поселка, недостаток воды восполняется за счет воды из бака водонапорной башни. Для обеспечения минимальной емкости бака график подачи воды насосами стремятся максимально приблизить к графику водопотребления. Однако частое включение и выключение насосов усложняет эксплуатацию насосной станции и отрицательно сказывается на электрической аппаратуре управления насосными агрегатами. Установка большой группы насосов с малой подачей приводит к увеличению площади НС-II и КПД насосов с меньшей подачей ниже, чем КПД насосов с большей подачей. Поэтому обычно принимают двух или трехступенчатый режим работы НС-II.

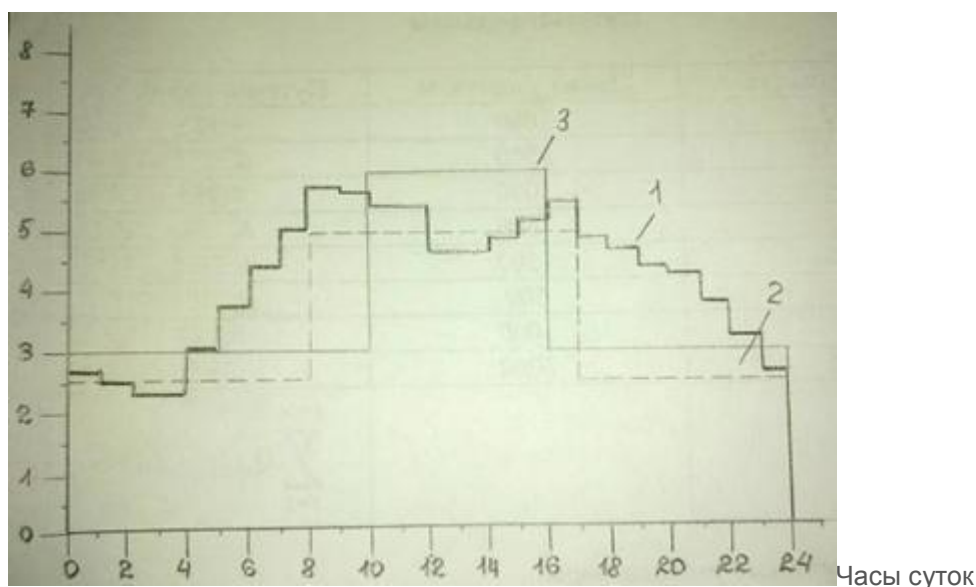


Рис. 3.1 Режим работы НС-II и график водопотребления: 1 – график водопотребления; 2, 3 – двухступенчатый режим работы НС-II с подачей каждым насосом соответственно 2,5% и 3% в час от суточного водопотребления

1 вариант. Примем двухступенчатый режим работы НС-II с подачей каждым насосом 2,5% в час от суточного водопотребления. Тогда один насос за сутки подаст $2,5 \cdot 24 = 60\%$ суточного расхода воды. Второй насос должен подать 40% суточного расхода воды и надо его включать на $40/2,5 = 16$ ч. В соответствии с графиком водопотребления (рис. 3.1) предлагается второй насос включать в 5 ч. и выключать в 21 ч. Этот режим работы НС-II нанесен на рис. 3.1 пунктирной линией.

2 вариант. Примем двухступенчатый режим работы НС-II с подачей каждым насосом 3% в час от суточного водопотребления. Тогда один насос за сутки подаст $3 \cdot 24 = 72\%$ суточного расхода воды. Второй насос должен подать 28% суточного расхода воды и надо его включать на $28/3 = 9,33$ ч. Второй насос предлагается включать с 8 ч. до 17 часов 20 минут. В соответствии с графиком водопотребления (рис. 3.1) Этот режим работы НС-II нанесен на рис. 3.1 штрихпунктирной линией

Для определения регулирующей емкости бака водонапорной башни составим таблицу 3.1. В столбце 1 проставлены часовые промежутки, а в столбце 2 часовое водопотребление в % от суточного водопотребления в соответствии со столбцом 11 таблицы 1.1. В столбце 3,7 подача насосов в соответствии с предложенным режимом работы НС-II (рис. 3.1).

Если подача насосов, выше чем водопотребление поселка, то разность этих величин записывается в столбец 4,8 (поступление в бак), а если ниже – в столбец 5,9 (расход из бака). Остаток воды в баке (столбец 6,10) к

концу некоторого часового промежутка определяется как алгебраическая сумма данных столбцов 4 и 5 (положительных при поступлении воды в бак и отрицательных при расходе из него).

Регулирующая емкость бака будет равна сумме абсолютных значений наибольшей положительной и наименьшей отрицательной величины столбца 6,10.

1 вариант $0,505 + 1 - 15,954 = -14,449\%$ от суточного расхода воды.

2 вариант $1,971 + 2 - 22,617 = -18,646\%$ от суточного расхода воды.

Гидравлический расчет водоводов.

Цель гидравлического расчета водоводов – определить потери напора при пропуске расчетных расходов воды. Водоводы, как и водопроводная сеть, рассчитываются на два режима работы: на пропуск хозяйственно – питьевых, производственных расходов воды в соответствии с режимом работы НС-II и на пропуск максимальных хозяйственно-питьевых, производственных расходов и расходов на пожаротушение с учетом требований п. 2.21 СНиП 2.04.02–84.

Методика определения диаметра труб водоводов такая же, как и диаметров труб водопроводной сети, изложенная в разд. 2. В рассматриваемом примере задано, что водоводы проложены из чугунных труб с полимерным покрытием и длина водоводов от НС-II до водонапорной башни $l_{вод} = 700$ м.

Учитывая, что в примере принят неравномерный режим работы НС-II с максимальной подачей насосов $P = 2,5 + 2,5 = 5\%$ в час от суточного водопотребления, расход воды, который пойдет по водоводам, будет равен:

$$Q'_{вод} = \frac{\sum Q_{сут}^{об} \cdot P}{100};$$

$$Q_{вод} = (11825 \cdot 5) / 100 = 591,25 \text{ м}^3/\text{ч} = 164,23 \text{ л/с}$$

Так как водоводы следует прокладывать не менее чем в две линии, то расход воды по одному водоводу равен:

$$Q_{вод} = \frac{Q'_{вод}}{2};$$

$$Q_{вод} = 164,23/2 = 82,11 \text{ л/с}$$

При значении $\Theta = 1$ из приложения II методических указаний определяем диаметр водоводов:

$$d_{вод} = 0,3044 \text{ м}; d_p = 0,16 \text{ м.}$$

Скорость воды в водоводе определяется из выражения:

$$V = Q/w$$

где $w = \pi d^2/4$ – площадь живого сечения водовода.

$$V = Q/w = Q/\pi d^2/4 = 0,08211/0,785 \cdot 0,162 = 4,085 \text{ м/с.}$$

Потери напора определяются по формуле:

$$h = \lambda (L/d) \cdot (V^2/2g) = 35,48 \text{ м.}$$

Общий расход воды в условиях пожаротушения равен $Q''_{пос.пр} = 326,157 \text{ л/с.}$

Расход воды в одной линии водоводов в условиях пожаротушения:

$$Q_{вод.пож} = \frac{Q''_{пос.пр}}{2};$$

$$Q_{вод.пож} = 326,157/2 = 163,07 \text{ л/с.}$$

При этом скорость движения воды в трубопроводе:

$$V = 0,16307/0,785 \cdot 0,162 = 1,298 \text{ л/с.}$$

и потери напора в водоводах при пожаре:

$$h_{вод.пож} = \lambda (L/d) \cdot (V^2/2g) = 3,675 \text{ м.}$$

Расчет водонапорной башни

Водонапорная башня предназначена для регулирования неравномерности водопотребления, хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды и создания требуемого напора в водопроводной сети.

Определение высоты водонапорной башни

Высота водонапорной башни определяется по формуле

$$H_{вб} = 1,1h_c + H_{св} + z_{д.т.} - z_{вб},$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях (п. 4, приложения 10 СНиП 2.04.02–84; h_c – потери напора водопроводной сети при работе ее в обычное время; $z_{д.т.}$, $z_{вб}$ – геодезические отметки соответственно в диктующей точке и в месте установки башни. Минимальный напор $H_{св}$ в диктующей точке сети при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание, согласно п. 2.26 СНиП 2.04.02–84 должен быть равен:

$$H_{св} = 10 + 4(n - 1),$$

где n – число этажей.

В рассматриваемом примере:

$$H_{св} = 10 + 4(5 - 1) = 26 \text{ м и } z_{д.т.} - z_{вб} = 92 - 100 = -8 \text{ м, } h_c = 5,770 \text{ м.}$$

$$H_{вб} = 1,1 \times 5,770 + 26 - 8 = 24,34 \text{ м.}$$

Принимаем высоту: 24,4

Определение емкости бака водонапорной башни

Емкость бака водонапорной башни должна быть равна (п. 9.1 СНиП 2.04.02–84)

$$W_{б} = W_{рег} + W_{нз},$$

где $W_{рег}$ – регулирующая емкость бака; $W_{нз}$ – объем неприкосновенного запаса воды, величина которого определяется в соответствии с п. 9.5 СНиП 2.04.02–84 из выражения:

$$W_{нз} = W_{нз.п.ож}^{10 \text{ мин}} + W_{нз.х-п}^{10 \text{ мин}},$$

где $W_{нз.п.ож}^{10 \text{ мин}}$ – запас воды, необходимый на 10-минутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожара;

где $W_{нз.х-п}^{10 \text{ мин}}$ – запас воды на 10 мин, определяемый по максимальному расходу воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Регулирующий объем воды в емкостях (резервуарах, баках водонапорных башен) должен определяться на основании графиков поступления и отбора воды, а при их отсутствии – по формуле, приведенной в п. 9.2 СНиП 2.04.02–84. В нашем примере определен график водопотребления и предложен режим работы НС-II, для которого регулирующий объем бака водонапорной башни составил $K = 4,36\%$ от суточного расхода воды в поселке (раздел 3).

$$W_{рег} = \frac{K \sum Q_{сут}^{об}}{100};$$

$$W_{рег} = (12,32 \cdot 11825) / 100 = 14568 \text{ м}^3$$

где $\sum Q_{сут}^{об} = 14568 \text{ м}^3 / \text{сут}$ (табл. 1.1)

Так как наибольший расчетный расход воды требуется на тушении одного пожара на предприятии, то

$$W_{нз.п.ож}^{10 \text{ мин}} = \frac{Q_{п.ож}^{пр} \cdot 10 \cdot 60}{1000};$$

$$W_{нз.п.ож}^{10 \text{ мин}} = (70 \cdot 10 \cdot 60) / 1000 = 42 \text{ м}^3$$

Согласно таблицы 1.1.

$$W_{нз.х-п}^{10 \text{ мин}} = \frac{Q_{пос.пр} \cdot 10}{60};$$

$$W_{10\text{минн.з.х-п}} = (694,303 \cdot 10) / 60 = 115,7171 \text{ м}^3$$

Таким образом,

$$W_{\text{н.з.}} = W_{\text{н.з.пож}}^{10 \text{ мин}} + W_{\text{н.з.х-п}}^{10 \text{ мин}};$$

$$W_{\text{н.з.}} = 42 + 115,7171 = 157,7171 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}};$$

$$W_{\text{б}} = 14568 + 115,7171 = 145841,7 \text{ м}^3$$

По приложению III принимаем типовую водонапорную башню высотой 22,5 м с баком емкостью $W_{\text{б}} = 500 \text{ м}^3$.

Зная емкость бака, определим его диаметр и высоту:

$$D_{\text{б}} = 1,24 \sqrt[3]{W_{\text{б}}} = 1,24 \sqrt[3]{500} = 9,8 \text{ м. } H_{\text{б}} = D_{\text{б}} / 1,5 = 9,8 / 1,5 = 6,5 \text{ м.}$$

Расчет резервуаров чистой воды

Резервуары чистой воды предназначены для регулирования неравномерности работы насосных станций I и II подъемов и хранения неприкосновенного запаса воды на весь период пожаротушения:

$$W_{\text{р.ч.в.}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{нз}}$$

Регулирующая емкость резервуаров чистой воды может быть определена на основе анализа работы насосных станций I и II подъемов.

Режим работы НС-I обычно принимается равномерным, так как такой режим наиболее благоприятен для оборудования НС-I и сооружений для обработки воды. При этом НС-I, так же как и НС-II, должна подать все 100% суточного расхода воды в поселке. Следовательно, часовая подача воды НС-I составит $100/24 = 4,167\%$ от суточного расхода воды в поселке. Режим работы НС-II приведен в разделе 3.

Для определения $W_{\text{рег}}$ воспользуемся графоаналитическим способом. Для этого совместим графики работы НС-I и НС-II (рис. 6.1). Регулирующий объем в процентах от суточного расхода воды равен площади «а» или равновеликой ей сумме площади «б».

$$W_{\text{рег}} = (5 - 4,167) 16 = 13,3\%, \text{ или}$$

$$W_{\text{рег}} = (4,167 - 2,5) 5 + (4,167 - 2,5) 3 = 13,3\%.$$

Суточный расход воды составляет $3814,5 \text{ м}^3$ и регулирующий объем резервуара чистой воды будет равен:

$$W_{\text{рег}} = (11825 \times 13,3)/100 = 1572,72 \text{ м}^3$$

Неприкосновенный запас воды $W_{\text{н.з.}}$ в соответствии с п. 9.4 СНиП 2.04.02–84 определяется из условия обеспечения пожаротушения из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов (пп. 2.12 – 2.17, 2. 20,2.22 – 2.24 СНиП 2.04.02–84 и пп. 6.1 – 6.4 СНиП 2.04.01–85), а также обеспечение максимальных хозяйственно-питьевых и производственных нужд на весь период пожаротушения с учетом требований п 2.21 СНиП 2.04.02–84.

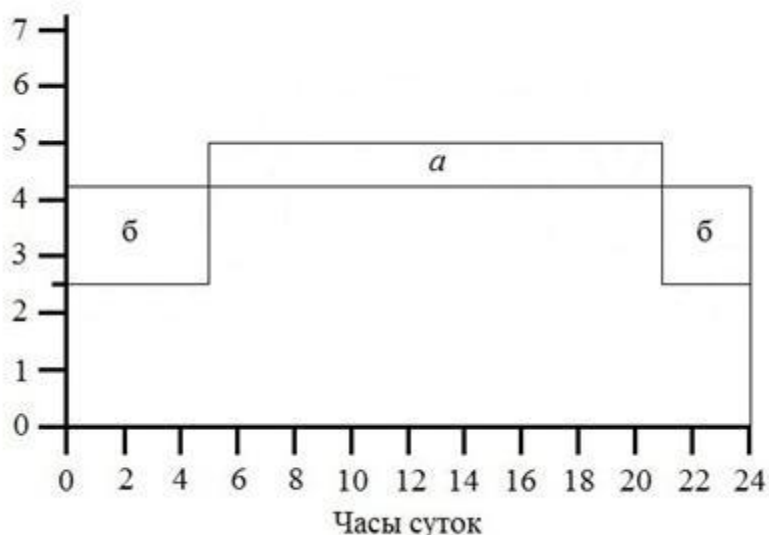


Рис. 6.1. Режим работы НС-II и НС-I: а – поступление воды в резервуар; б – убыль воды из резервуара

Таким образом,

$$W_{н.з.} = W_{н.з.пож} + W_{н.з.х-п}$$

При определении объема неприкосновенного запаса воды в резервуарах допускается учитывать пополнение их водой во время тушения пожара, если подача воды в резервуар осуществляются системами водоснабжения I и II категории по степени обеспеченности подачи воды, т.е.

$$W_{н.з.} = (W_{н.з.пож} + W_{н.з.х-п}) - W_{нс-1}$$

В нашем примере:

$$W_{н.з.пож} = \frac{Q_{пож.рас} \tau_T 3600}{1000};$$

$$W_{н.з.пож} = 140 \cdot 3 \cdot 3600 / 1000 = 1512 \text{ м}^3,$$

где $\tau_T = 3$ ч – расчетная продолжительность тушения пожара (п 2.24 СНиП 2.04.02–84).

При определении $Q_{пос.пр}$ не учитываются расходы воды на поливку территории, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования на промышленном предприятии, а также расходы воды на поливку растений в теплицах, т.е. если эти расходы воды попали в час максимального водопотребления, то их следует вычитать из общего расхода воды (п. 2.21 СНиП 2.04.02–84). Если при этом $Q_{пос.пр}$ окажется ниже, чем водопотребление в какой-либо другой час, когда душ не работает, то максимальный расход воды следует принимать в соответствии со столбцом 10 табл. 1.1.

В данном примере $Q'_{пос.пр} = 670,1655 \text{ м}^3$

$$W_{н.з.х-п} = Q'_{пос.пр} \tau_T;$$

$$W_{н.з.х-п} = 670,1655 \times 3 = 2010,49 \text{ м}^3$$

Во время тушения пожара насосы НС-I подают в час 4,167% суточного расхода воды, а за время τ_T будет равен:

$$W_{нс-1} = \frac{Q_{сут}^{об} \cdot 4,167 \cdot \tau_T}{100};$$

$$W_{нс-1} = (11825 \cdot 4,167 \cdot 3) / 100 = 1478,24 \text{ м}^3$$

Таким образом, объем неприкосновенного запаса воды будет равен:

$$W_{н.з.} = (W_{н.з.пож} + W_{н.з.х-п}) - W_{нс-1};$$

$$W_{н.з.} = (1512 + 686,82) - 476,85 = 1721,97 \text{ м}^3$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{р.ч.в.} = W_{рег} + W_{н.з.};$$

$$W_{р.ч.в.} = 507,33 + 1087,47 = 1594,8 \text{ м}^3$$

Согласно п. 9.21 СНиП 2.04.02–84 общее количество резервуаров должно быть не менее двух, причем уровни НЗ должны быть на одинаковых отметках, при включении одного резервуара в остальных должно храниться не менее 50% НЗ, а оборудование резервуаров должно обеспечивать возможность независимого включения и опорожнения каждого резервуара.

Принимаем два резервуара объемом 800 м³ каждый (приложение IV).

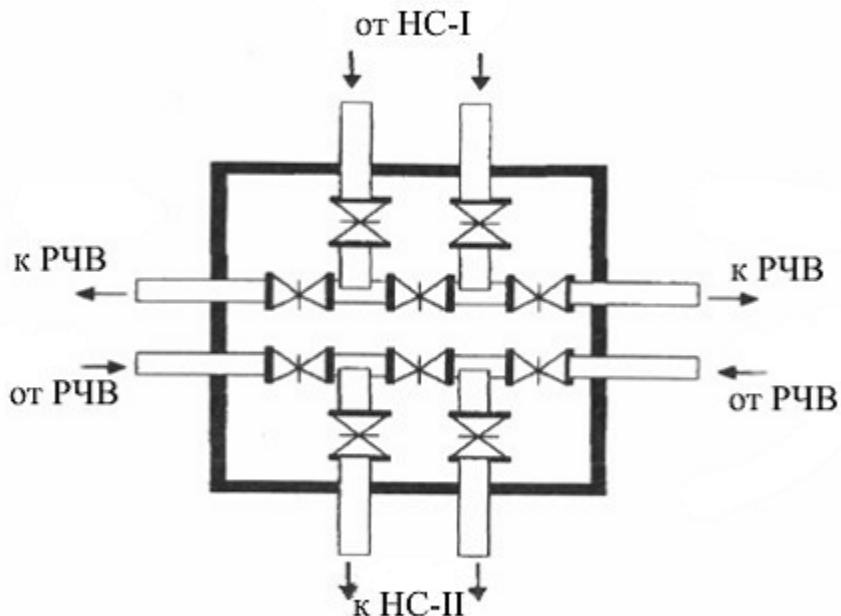


Рис. 6.2. План камеры переключения резервуара чистой воды для НС-II низкого давления

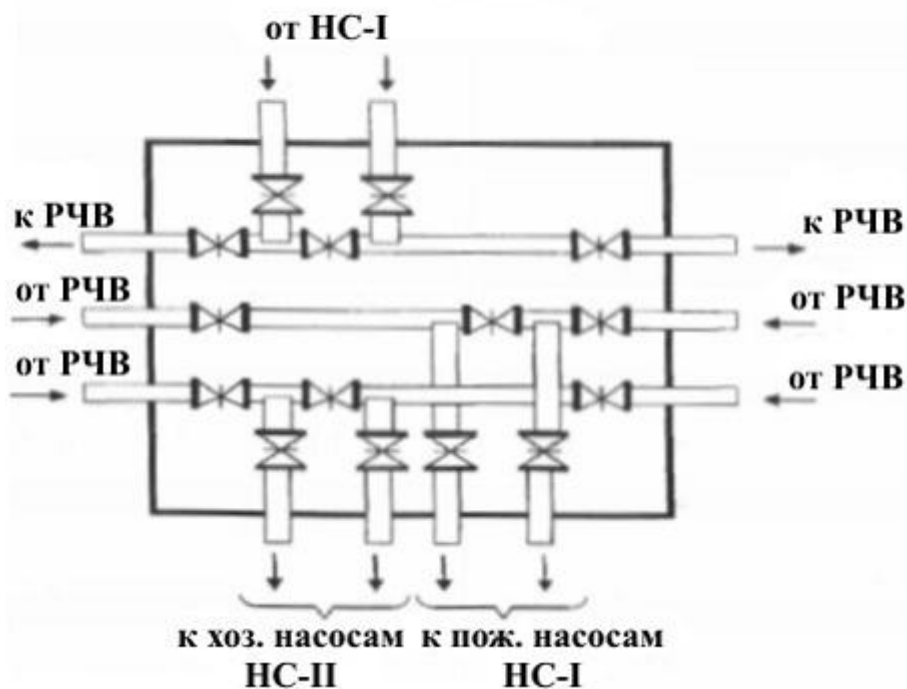


Рис. 6.3. План камеры переключения РЧВ для НС-II высокого давления

Подбор насосов для насосной станции второго подъема

Из расчета следует, что НС-II работает в неравномерном режиме с установкой в ней двух основных хозяйственных насосов, подача которых будет равна:

$$Q_{\text{хоз.нас}} = \frac{\sum Q_{\text{сут}} \cdot 2,5}{100};$$

$$Q_{\text{хоз.нас}} = 11825 \cdot 2,5 / 100 = 295,625 \text{ м}^3/\text{ч} = 82,11 \text{ л/с}$$

Необходимый напор хозяйственных насосов определяем по формуле

$$H_{\text{хоз.нас}} = 1,1h_{\text{вод}} + H_{\text{вб}} + H_{\text{б}} + (z_{\text{вб}} - z_{\text{нс}}),$$

где $h_{\text{вод}}$ - потери напора в водоводах, м; $H_{\text{вб}}$ - высота водонапорной башни, м; $H_{\text{б}}$ – высота бака водонапорной башни, м; $z_{\text{вб}}$ и $z_{\text{нс}}$ – геодезические отметки, соответственно, места установки башни и НС-II;

1,1 – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления (п. 4. приложения 10 СНиП 2.04.02–84)

Тогда:

$$N_{\text{хоз.нас}} = 1,1 h_{\text{вод}} + N_{\text{вб}} + N_{\text{б}} + (z_{\text{вб}} - z_{\text{нс}});$$

$$N_{\text{хоз.нас}} = 1,1 \times 36,48 + 24,4 + 6,5 + (100 - 96) = 40,389 \text{ м.}$$

Напор насосов при работе во время пожара определяем по формуле:

$$N_{\text{пож.нас}} = 1,1 (h_{\text{вод.пож}} + h_{\text{с.пож}}) + N_{\text{св}} + (z_{\text{д.т}} - z_{\text{нс}}),$$

где где $h_{\text{вод.пож}}$ и $h_{\text{с.пож}}$ – соответственно потери напора в водоводах и водопроводной сети при пожаротушении, м; $N_{\text{св}}$ – свободный напор у гидранта, расположенного в диктующей точке, м. Для водопроводов низкого давления $N_{\text{св}} = 10$ м; $z_{\text{д.т}}$ – геодезическая отметка в диктующей точке, м.

Тогда:

$$N_{\text{пож.нас}} = 1,1 (h_{\text{вод.пож}} + h_{\text{с.пож}}) + N_{\text{св}} + (z_{\text{д.т}} - z_{\text{нс}}),$$

$$N_{\text{пож.нас}} = 1,1 (3,675 + 5,770) + 26 + (92 - 96) = 75,028 \text{ м.}$$

$$N_{\text{пож.нас}} - N_{\text{хоз.нас}} = 75,028 - 40,389 = 34,639 > 10 \text{ м.}$$

Значит насосную станцию нужно строить по принципу высокого давления.

От типа насосной станции зависит устройство камер переключения (рис. 6.3).

Подбираем марку насоса по сводному графику полей Q-H (приложение VI и VIII). Категорию насосной станции по степени обеспеченности подачи воды принимаем по п 7.1, а количество резервных агрегатов по табл. 32, п 7.3 СНиП 2.04.02–84.

Расчетные значения подачи и напора, принятые марки и количество насосов, категория насосной станции приводится в табл. 7.1.

Тип насоса	Расчетная подача насоса, л/с	Расчетный напор насоса, м	Принятая марка насоса	Категория НС-II	Количество насосов	
					рабочих	резервных
Хозяйственный	295,625	40,389	К 90/35	I Обоснование: НС-II подает воду непосредственно в сеть объединенного противопожарного водопровода	2	1
пожарный	504	70,028	К 90/55	параллельно	2	1