

1 РАСЧЕТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Нормы водопотребления можно принять следующие:

- коммунальный сектор 160 л/сут.(3100 чел. исходя из кол-во участков (сред. кол-во чел. в каждом доме 3 чел.)
- полив зеленых насаждений 60 л/сут на 1 человека;

При расчете системы в качестве основного показателя принимается средне суточный расход, который вычисляется по формуле

$$Q_{CP.CYT.} = \frac{Nq}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.1)$$

где N- расчетное количество водопотребителей, чел.;

q - норма водопотребления на 1 потребителя, л/сут

$$Q_{CP.CYT.KC} = \frac{3100 * 160}{1000} = 496 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

$$Q_{CP.CYT.ПЗН} = \frac{3100 * 60}{1000} = 186 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

Для того чтобы система водоснабжения надежно обеспечивала потребителей водой, ее рассчитывают по максимальному суточному расходу. Отклонение максимального суточного расхода от среднесуточного учитывает коэффициент суточной неравномерности $K_{сут.max}$, который показывает, во сколько раз расчетный максимальный суточный расход превышает среднесуточный.

При расчетах систем водоснабжения иногда требуется знать минимальный суточный расход, отклонение которого от среднесуточного – коэффициент суточной неравномерности $K_{сут.min}$.

$$Q_{сут.max} = K_{сут.max} \cdot Q_{CP.CYT}, \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.2)$$

$$Q_{сут.min} = K_{сут.min} \cdot Q_{CP.CYT}, \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.3)$$

где $K_{сут.max}$ и $K_{сут.min}$ – соответственно коэффициенты суточной неравномерности водопотребление, учитывающие уклад жизни населения, количество и т.д. Принимается по.

$$K_{сут.max} = 1,1 \dots 1,3,$$

Расчет сводится в таблицу 1.1

Таблица 1.1 Определение среднего и максимального суточного водопотребления населенного пункта

№	Наименование водопотребителя	Количество водопотребителей, N чел (гол)	Нормы водопотребления q, л/с	Среднесуточный расход, $Q_{ср.сут}$ м ³ /сут	Коэффициент суточной неравномерности $K_{сут.мах}$	Максимальный суточный расход воды, $Q_{сут.мах}$ м ³ /сут
1	2	3	4	5	6	7
1	Коммунальный сектор - население	3100	160	496	1,2	595,2
	-10%-промышленные нужды и др неучтенные расходы			49,6		
	Итого по КС			548,6		654,72
2	Полив зеленых насаждений	3100	60	186	1,0	186
	Итого по НП			734,6		840,72

Годовое водопотребление всего населенного пункта определяем по формуле:

$$Q_{CP.GOD} = Q_{CP.CYT.KC} \cdot t_1 + Q_{CP.CYT.PC} \cdot t_2, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.4)$$

где t_1 – число дней в году, 365 дней;

t_2 – число поливных дней в году, 120 дней;

$$Q_{CP.GOD} = 654,72 \cdot 365 + 186 \cdot 120 = 261292,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для расчета водозаборных сооружений на насосной станции первого подъема и водовода необходимо знать секундный расход:

$$q_{CP.CEK} = \frac{Q_{CYT.max}}{T \cdot 3,6}, \text{ л/с} \quad (1.5)$$

Потребление на каждый час суток определяется по формуле:

$$q_{ЧАС} = \frac{P Q_{CYT.max}}{100}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (1.6)$$

где P – часовой расход воды в % от максимального суточного расхода.

Распределение воды по часам суток зависит от коэффициента часовой неравномерности:

$$K_{час.max} = \alpha_{max} \beta_{max} \quad (1.7)$$

α_{max} – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий населенного пункта (1,2...1,4). Принимаем $\alpha_{max} = 1,3$;

β_{max} – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте.

При количестве жителей 3100 принимаем значение. Принимаем $\beta_{max} = 1,55$. Подставляем в формулу (1.7)

$$K_{час.max} = 1,3 \cdot 1,55 = 2,01$$

По максимальному коэффициенту часовой неравномерности подбирают типовые графики распределения воды по часам суток, коммунальным и животноводческим секторам.

Полив зелёных насаждений производится в два раза в сутки с 5:00 до 8:00 и с 17:00 до 20:00.

Таблица 1.2 Распределение расходов воды по часам суток

Часы су- ток	Расх.воды населени- ем		Полив зел.насаждений		Общий расход воды в насел. пункте		
	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	Путевой м ³ /ч	Общий	
						м ³ /ч	%
1	2	3	4	5	10	12	13
0-1	1,96	12,83			12,83	12,83	1,53
1-2	0,96	6,15			6,15	6,15	0,73
2-3	0,85	5,56			5,56	5,56	0,66
3-4	0,96	6,28			6,28	6,28	0,75
4-5	1,12	7,33			7,33	7,33	0,87
5-6	2,31	15,12	16,7	31,06	46,18	46,18	5,49
6-7	5,28	34,56	16,6	30,88	65,44	65,44	7,78
7-8	5,55	36,33	16,7	31,06	67,39	67,39	8,02
8-9	7,12	46,61			46,61	46,61	5,54
9-10	6,86	44,91			44,91	44,91	5,34
10-11	5,82	38,10			38,10	38,10	4,53
11-12	5,41	35,42			35,42	35,42	4,21
12-13	3,58	23,44			23,44	23,44	2,79
13-14	3,27	21,41			21,41	21,41	2,55
14-15	2,96	19,37			19,37	19,37	2,30
15-16	3,87	25,33			25,33	25,33	3,01
16-17	4,45	29,13			29,13	29,13	3,46
17-18	4,17	27,41	16,7	31,06	58,47	58,47	6,95
18-19	4,73	30,96	16,6	30,88	61,84	61,84	7,36
19-20	6,09	39,87	16,7	31,06	70,93	70,93	8,44
20-21	6,61	43,27			43,27	43,27	5,15
21-22	7,10	46,48			46,48	46,48	5,53
22-23	6,35	41,57			41,57	41,57	4,94
23-24	2,64	17,28			17,28	17,28	2,06
Итого	100	654,72	100	186		840,72	100

2 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Гидравлический расчет разводящих водопроводных сетей заключается в определении диаметров труб на участках сети и потерь напора в них. Водопроводные сети с проходной башней рассчитывают на пропуск максимального секундного хозяйственно-питьевого расхода.

Далее на схеме следует задаться направлением движения воды на участках, в зависимости от рельефа местности. В какой-то точке потоки должны сойтись. Узел, где сходятся потоки, называется диктующим.

Сосредоточенный расход определяется по формуле:

$$Q_{\text{соср.}} = \frac{q_{\text{час.макс}}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (2.1)$$

где $q_{\text{час.макс}}$ – максимальный часовой расход принимаемый по таблице 1.2 (ст. 12).

Путевые расходы характерны для КС определяются по формуле

$$q_{\text{пут.}} = q_{\text{удел.}} \cdot l, \text{ л/с}, \quad (2.2)$$

где $q_{\text{удел.}}$ - удельный расход на единицу длины участка,

l - длина участка, м

Удельный расход определяется по формуле

$$q_{\text{удел.}} = \frac{q_{\text{распр.}}}{\sum l}, \text{ л/с}, \quad (2.3)$$

где $q_{\text{распр.}}$ - распределительный расход воды,

$\sum l$ - общая длина участков, проходящих по жилой застройке, м.

$$\sum l = l_{2-3} + \dots + l_{4-6} = 24223$$

Распределительный расход определяется по формуле

$$q_{\text{распр.}} = q_{\text{сети}} - \sum q_{\text{соср.}}, \text{ л/с} \quad (2.4)$$

где $q_{\text{сети}}$ - общий расход сети, л/с;

$\sum q_{\text{соср.}}$ - суммарный расход крупных потребителей, л/с.

$$q_{\text{сети}} = \frac{70,93}{3,6} = 19,7 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{распр.}} = 19,7 - 0 = 19,7 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{удел.}} = \frac{19,7}{24223} = 0,0008, \text{ л/с}$$

Сумма всех путевых и сосредоточенных расходов должна быть равна секунднему характерному расходу в час максимального водопотребления. Для упрощения расчетов все путевые расходы следует привести к узловым. Приведенный узловой расход находится как половина суммы путевых расходов на участок примыкающих к узлу, т.е.

$$Q_{\text{прив.}}^{\text{узл.}} = 0,5 \sum q_{\text{пут.}}, \text{ л/с} \quad (2.5)$$

Тогда полный узловой расчетный расход равен:

$$Q_{\text{узл.}} = Q_{\text{прив.}}^{\text{узл.}} + \sum Q_{\text{соср.}}, \text{ л/с} \quad (2.6)$$

Расчет узловых и путевых расходов в узле №1:

$$q_{\text{пут.1-2}} = 105 * 0,0008 = 0,084, \text{ л/с}$$

$$q_{\text{пут.1-8}} = 107 * 0,0008 = 0,086, \text{ л/с}$$

$$q_{\text{пут.1-18}} = 239 * 0,0008 = 0,19, \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{прив.}}^{\text{узл.}} = 0,5(0,084 + 0,086 + 0,19) = 0,18, \text{ л/с}$$

Аналогично определяем расходы в остальных узлах.

Таблица 2.1 Гидравлический расчет водопроводной сети

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
1	1-2	105	0,0008	0,084	0,36	0,18	0,18
	1-8	107		0,086			
	1-18	239		0,19			
2	1-2	105	0,0008	0,084	0,36	0,18	0,18
	2-3	108		0,086			
	2-19	239		0,19			
3	2-3	108	0,0008	0,086	0,36	0,18	0,18
	4-3	104		0,084			
	3-20	237		0,19			
4	4-3	104	0,0008	0,083	0,36	0,18	0,18
	4-5	107		0,086			
	4-21	238		0,19			
5	4-5	107	0,0008	0,086	0,36	0,18	0,18
	5-6	107		0,086			
	5-22	237		0,19			
6	5-6	107	0,0008	0,086	0,36	0,18	0,18
	6-7	107		0,086			
	6-23	235		0,19			
7	6-7	107	0,0008	0,086	0,25	0,125	0,125
	7-24	235		0,19			
8	8-1	107	0,0008	0,086	0,33	0,165	0,165
	9-8	107		0,086			
	8-17	240		0,19			
9	9-8	107	0,0008	0,086	0,33	0,165	0,165
	10-9	107		0,086			
	9-16	240		0,19			
10	10-9	107	0,0008	0,086	0,33	0,165	0,165
	11-10	107		0,086			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
	10-15	240		0,19			
11	10-11	107	0,0008	0,086	0,365	0,18	0,18
	11-12	112		0,089			
	11-14	239		0,19			
12	11-12	113	0,0008	0,09	0,28	0,14	0,14
	12-13	240		0,19			
13	12-13	240	0,0008	0,19	0,28	0,14	0,14
	13-14	105		0,084			
	13-39	333		0,27			
14	11-14	239	0,0008	0,19	0,48	0,24	0,24
	13-14	105		0,084			
	14-15	108		0,086			
	14-36	147		0,12			
15	10-15	240	0,0008	0,19	0,48	0,24	0,24
	14-15	108		0,086			
	15-16	105		0,084			
	15-35	148		0,12			
16	9-16	240	0,0008	0,19	0,48	0,24	0,24
	15-16	105		0,084			
	16-17	107		0,086			
	16-34	149		0,12			
17	8-17	240	0,0008	0,19	0,62	0,31	0,31
	16-17	107		0,086			
	17-18	107		0,086			
	17-32	331		0,26			
18	1-18	239	0,0008	0,19	0,63	0,315	0,315
	17-18	107		0,086			
	18-19	107		0,086			
	18-31	332		0,27			
19	2-19	239	0,0008	0,19	0,55	0,275	0,275

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
	18-19	107		0,086			
	19-20	106		0,085			
	19-30	329		0,19			
20	3-20	237	0,0008	0,19	0,625	0,31	0,31
	19-20	106		0,085			
	20-21	106		0,085			
	20-29	331		0,265			
21	4-21	238	0,0008	0,19	0,62	0,31	0,31
	20-21	106		0,085			
	21-22	108		0,086			
	21-28	328		0,26			
22	5-22	237	0,0008	0,19	0,62	0,31	0,31
	21-22	108		0,086			
	22-23	107		0,086			
	22-27	326		0,26			
23	6-23	235	0,0008	0,19	0,62	0,31	0,31
	21-22	108		0,086			
	22-23	107		0,086			
	23-26	329		0,26			
24	7-24	235	0,0008	0,19	0,545	0,27	0,27
	23-24	107		0,085			
	24-25	332		0,27			
25	24-25	332	0,0008	0,265	0,35	0,175	0,175
	26-25	104		0,083			
26	23-26	330	0,0008	0,26	0,67	0,335	0,335
	26-25	104		0,083			
	27-26	108		0,086			
	26-49	325		0,26			
27	22-27	326	0,0008	0,26	0,69	0,345	0,345
	26-27	108		0,086			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
	28-27	106		0,085			
	27-48	328		0,26			
28	21-28	328	0,0008	0,26	0,67	0,335	0,335
	28-27	106		0,085			
	29-28	105		0,084			
	28-47	327		0,26			
29	20-29	331	0,0008	0,265	0,435	0,22	0,22
	29-28	105		0,084			
	30-29	108		0,086			
30	19-30	329	0,0008	0,26	0,69	0,345	0,345
	30-29	108		0,086			
	31-30	108		0,086			
	30-46	329		0,26			
31	18-31	332	0,0008	0,27	0,7	0,35	0,35
	31-30	108		0,086			
	32-31	106		0,085			
	31-45	330		0,26			
32	17-32	331	0,0008	0,265	0,7	0,35	0,35
	32-31	106		0,085			
	33-32	106		0,085			
	32-44	331		0,265			
33	16-34	149	0,0008	0,12	0,56	0,28	0,28
	33-32	106		0,085			
	37-33	105		0,084			
	33-43	332		0,27			
34	16-34	149	0,0008	0,12	0,325	0,16	0,16
	34-33	149		0,12			
	35-34	106		0,085			
35	15-35	148	0,0008	0,12	0,29	0,145	0,145
	35-34	106		0,085			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
	36-35	107		0,086			
36	14-36	147	0,0008	0,12	0,36	0,18	0,18
	36-35	107		0,086			
	36-38	187		0,15			
37	37-33	105	0,0008	0,084	0,43	0,215	0,215
	38-37	106		0,085			
	37-42	331		0,265			
38	36-38	187	0,0008	0,15	0,58	0,29	0,29
	38-37	106		0,085			
	39-38	110		0,088			
	38-41	330		0,26			
39	13-39	333	0,0008	0,27	0,62	0,12	0,12
	39-38	110		0,088			
	39-40	328		0,26			
40	39-40	328	0,0008	0,26	0,34	0,17	0,17
	40-41	103		0,082			
41	38-41	330	0,0008	0,26	0,69	0,345	0,345
	40-41	103		0,082			
	41-42	107		0,086			
	41-59	329		0,26			
42	37-42	331	0,0008	0,265	0,7	0,35	0,35
	41-42	107		0,086			
	42-43	106		0,085			
	42-58	331		0,265			
43	33-43	332	0,0008	0,266	0,7	0,35	0,35
	42-43	106		0,085			
	43-44	108		0,086			
	43-57	328		0,26			
44	32-44	331	0,0008	0,265	0,7	0,35	0,35
	43-44	108		0,086			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
	44-45	104		0,083			
	44-56	331		0,265			
45	31-45	330	0,0008	0,26	0,69	0,345	0,345
	44-45	104		0,083			
	45-46	107		0,086			
	45-55	331		0,265			
46	30-46	329	0,0008	0,26	0,78	0,39	0,39
	45-46	107		0,086			
	46-47	214		0,17			
	46-54	331		0,265			
47	28-47	327	0,0008	0,26	0,78	0,39	0,39
	46-47	214		0,17			
	47-48	107		0,086			
	47-52	330		0,26			
48	27-48	328	0,0008	0,26	0,69	0,345	0,345
	47-48	107		0,086			
	48-49	106		0,085			
	48-51	328		0,26			
49	26-49	325	0,0008	0,26	0,61	0,305	0,305
	48-49	106		0,085			
	49-50	329		0,26			
50	49-50	329	0,0008	0,26	0,52	0,26	0,26
	51-50	102		0,082			
	50-74	230		0,18			
51	48-51	328	0,0008	0,26	0,61	0,305	0,305
	51-50	102		0,082			
	52-51	109		0,087			
	51-73	230		0,18			
52	47-52	330	0,0008	0,26	0,7	0,35	0,35
	52-51	109		0,087			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
	53-52	107		0,086			
	52-71	331		0,265			
53	53-52	107	0,0008	0,086	0,43	0,215	0,215
	54-53	107		0,086			
	53-70	330		0,26			
54	46-54	331	0,0008	0,265	0,92	0,46	0,46
	54-53	107		0,086			
	55-54	107		0,086			
	54-66	605		0,48			
55	45-55	331	0,0008	0,265	0,92	0,46	0,46
	55-54	107		0,086			
	56-55	105		0,084			
	55-65	600		0,48			
56	44-56	331	0,0008	0,265	1,04	0,52	0,52
	56-55	105		0,084			
	57-56	108		0,086			
	56-63	752		0,6			
57	43-57	328	0,0008	0,26	0,97	0,485	0,485
	57-56	108		0,086			
	58-57	106		0,085			
	57-62	680		0,54			
58	42-58	331	0,0008	0,265	0,92	0,46	0,46
	58-57	106		0,085			
	59-58	106		0,085			
	58-61	602		0,48			
59	41-59	329	0,0008	0,26	0,765	0,38	0,38
	59-58	106		0,085			
	59-60	521		0,42			
60	59-60	521	0,0008	0,042	0,15	0,075	0,075
	60-61	132		0,11			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
61	58-61	602	0,0008	0,48	0,695	0,348	0,35
	60-61	132		0,11			
	61-62	131		0,105			
62	57-62	680	0,0008	0,54	0,755	0,378	0,35
	61-62	131		0,105			
	62-63	133		0,11			
63	56-63	752	0,0008	0,6	0,8	0,4	0,4
	62-63	133		0,11			
	63-64	108		0,086			
64	63-64	108	0,0008	0,086	0,46	0,23	0,23
	65-64	148		0,115			
	64-67	238		0,26			
65	55-65	600	0,0008	0,48	0,68	0,34	0,34
	65-64	148		0,12			
	65-66	103		0,082			
66	54-66	606	0,0008	0,485	0,57	0,285	0,285
	65-66	103		0,082			
67	64-67	238	0,0008	0,26	0,4	0,2	0,29
	69-67	172		0,14			
68	69-68	103	0,0008	0,082	0,35	0,175	0,175
	71-68	335		0,27			
69	69-68	103	0,0008	0,082	0,35	0,175	0,175
	70-69	331		0,265			
70	53-70	330	0,0008	0,26	0,61	0,305	0,305
	70-69	331		0,265			
	70-71	108		0,086			
71	52-71	331	0,0008	0,265	0,62	0,31	0,31
	71-68	335		0,27			
	70-71	108		0,086			
	71-72	106		0,085			

№ узла	Участок при- мыкающий к узлу	Длина участка, м	Удельный расход, л/с	Путевой рас- ход, л/с	Сумма путе- вых расхо- дов, л/с	Приведенный узловой рас- ход, л/с	Полный узловой расход, л/с
72	71-72	106	0,0008	0,085	0,17	0,085	0,085
	73-72	101		0,081			
73	51-73	230	0,0008	0,18	0,34	0,17	0,17
	73-72	101		0,081			
	73-74	101		0,081			
74	73-74	101	0,0008	0,081	0,27	0,135	0,135
	50-74	233		0,186			
Итого							19,7

