

О.Д. Самарин, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО «МГСУ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО РАСХОДА В СИСТЕМАХ ВОДОПРОВОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Приведена методика определения циркуляционного расхода в системах водопровода горячей воды многоэтажных жилых зданий. Расчет является составной частью для обеспечения водообеспеченности сети. Целью расчета является определение экономически выгодных диаметров труб для пропуска расчетных расходов воды и потерь напора от диктующего водоразборного устройства в здании до места присоединения ввода к наружной водопроводной сети.

Рассмотрим пример расчета системы внутреннего водопровода горячей воды. Система запроектирована для 8-этажного односекционного жилого дома типа «башня» с общим числом жителей $U = 108$ человек. На каждом этаже по четыре квартиры, оборудованные умывальниками, мойками и ваннами с душем, а также унитазами. Схема системы представлена на рис. 1 [1]. Общее число водоразборных приборов здесь будет равно:

$$N = 8 \cdot 4 \cdot 3 = 96.$$

Это меньше, чем для холодного водопровода, поскольку горячая вода подводится только к мойкам, ваннам и умывальникам, т.е. в каждой квартире предусматривается по три прибора для горячей воды. Для рассматриваемого типа зданий и санитарного оборудования в табл. 2.1

и 2.2 [2] представлены: максимальный секундный расход горячей воды $q_0^h = 0,18$ л/с для диктующего прибора – ванной на верхнем этаже; расход в час наибольшего водопотребления $Q_{hr}^h = 10$ л/ч.

Тогда вероятность действия приборов равна:

$$P = (10 \cdot 108) / (3600 \cdot 0,18 \cdot 96) = 0,0174,$$

т.е. все же меньше 0,1. В этом случае расход воды на участке q , л/с, можно вычислить как $5\alpha q_0^h$ [2], где коэффициент α определяется в зависимости от произведения NP по выражению [1]:

$$\alpha = 0,2 (NP + 3 \sqrt{NP}) A, \quad (1)$$

где $A = 0,979 + 0,21 / \sqrt{NP}$ при $NP < 100$.

Заметим, что в актуализированной редакции СНиП 2.04.01–85*, а именно в [3], вообще

Таблица 1

Гидравлический расчет внутреннего водопровода для системы, представленной на рис. 1

№ участка	Длина участка $l, м$	N	P	NP	Коефф. α	$q, л/с$	Диаметр трубопровода, мм			$v, м/с$	Потери напора, м	
							d_{op}^{**}	D_y	d_b^{***}		i	$H, м$
1	20,7	24	0,0174	0,417	0,614	0,386*	26,75	25	23,1	0,9210	0,1228	2,542
2	0,6	48	0,0174	0,833	0,864	0,777	31,73	32	31,7	0,9845	0,0915	0,0549
3	3,0	72	0,0174	1,25	1,074	0,967	35,40	32	31,7	1,2252	0,1345	0,4035
4	10	96	0,0174	1,667	1,265	1,138	38,40	40	36,7	1,0758	0,0884	0,884
Сумма H											3,88	
С учетом потерь на местные сопротивления с коэффициентом 1,5												5,83

* – с учетом понижающего коэффициента 0,7.

** – ориентировочный при данном расходе q и $v = 1, м/с$.

*** – с учетом зарастания.

принцип расчета расхода воды жестко не регламентируется, что и дает возможность пользоваться полученными здесь зависимостями. Результаты расчета приведены в табл. 1. Здесь гидравлический уклон i определяли по формуле [1], [4]:

$$i = 8,41 \frac{v^{1,76}}{d_b^{1,3}}, \quad (2)$$

где v – скорость воды на участке, м/с; d_b – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Алгоритм расчета, приспособленный к использованию электронных таблиц Excel, соответствует приведенному в [1].

Суммарные потери напора на трение составляют 3,88 м, а с учетом потерь на местные сопротивления, принимаемые для систем с полотенцесушителями на водоразборных стояках в размере 50 % от потерь на трение, общие потери напора равны: $\Delta H = 1,5 \cdot 3,88 = 5,83 м$.

Следует иметь в виду, однако, что на головном участке (до первого узла), т. е. в данном случае на 4-м участке системы водопровода горячей воды, необходимо проверять, не требуется ли учитывать влияние циркуляции на расход воды. Для этого нужно вычислить отношение q_4 / q^{cir} , где циркуляционный расход q^{cir} определяется исходя из потерь теплоты стояками и допустимого снижения температуры воды до верхней водоразборной точки, которое в зданиях более 4 этажей равно $8,5 \text{ }^\circ\text{C}$ [5]. При средней высоте этажа в 3,3 м, как было принято в рассматриваемом примере, средние теплотери на первом этаже для водоразборных открытых неизолированных стояков с полотенцесушителями по табл. 10.4 [5] составят примерно 186 Вт для $Dy25$ и 232 Вт для $Dy32$. Потери теплоты в ответвлениях к стоякам от магистрали в первом

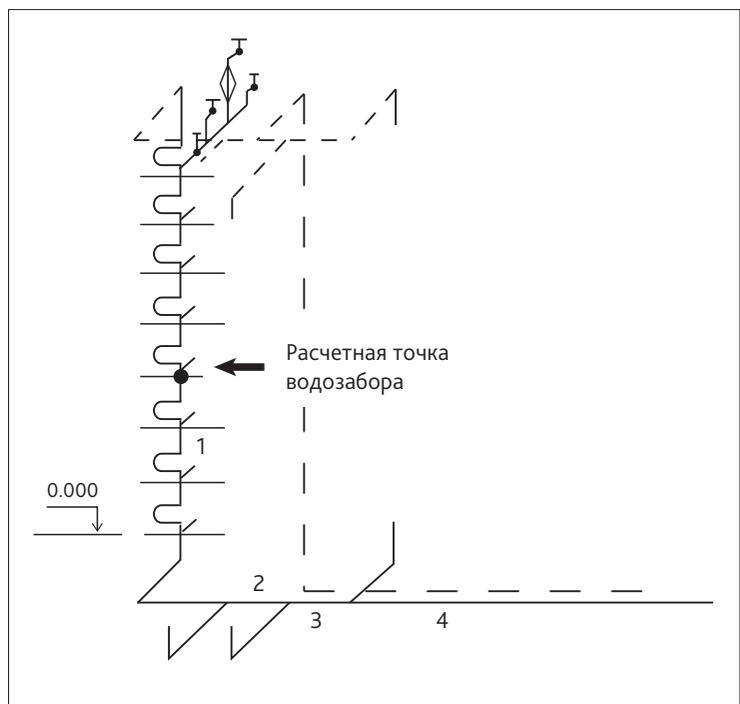


Рис. 1. Пример схемы внутреннего водопровода горячей воды (к примеру расчета)

приближении можно не учитывать в силу их незначительной протяженности и предполагаемого наличия теплоизоляции в подвале. Отсюда получаем:

$$q^{cir} = q_0^{cir} N_{эт} N_{ст}$$

где $N_{эт}$ – количество этажей, $N_{ст}$ – количество стояков в водоразборном узле, а удельный циркуляционный расход на один этаж q_0^{cir} при указанных теплотерях равен около 0,0052 л/с при $Dy25$ и 0,0065 л/с для $Dy32$. В нашем случае стояк $Dy25$, $N_{эт} = 8$, $N_{ст} = 4$, откуда:

Таблица 2

Гидравлический расчет внутреннего водопровода для здания в 16 этажей

№ участка	Длина участка $l, м$	N	P	NP	Кэфф. α	$q, л/с$	Диаметр трубопровода, мм			$v, м/с$	Потери напора, м	
							d_{op}	D_y	d_b^{**}		i	$H, м$
1	31,3	48	0,0189	0,907	0,903	0,569*	27,16	32	31,7	0,721	0,053	1,659
2	0,6	96	0,0189	1,814	1,329	1,196	39,37	40	36,7	1,105	0,0927	0,0556
3	3,0	144	0,0189	2,722	1,697	1,527	44,49	40	36,7	1,411	0,143	0,429
4	10	192	0,0189	3,629	2,036	1,832	48,73	50	44	1,205	0,0852	0,852
											Сумма H	2,99
С учетом потерь на местные сопротивления с коэффициентом 1,5												4,48

* – с учетом понижающего коэффициента 0,7.

** – с учетом зарастания по табл. 13 [3].

$$q^{cir} = 0,0052 \cdot 8 \cdot 4 = 0,167 \text{ л/с,}$$

и отношение:

$$q_4 / q^{cir} = 1,138 / 0,167 = 6,8 > 2,1,$$

поэтому при вычислении расхода на 4-м участке наличие циркуляции учитывать не нужно.

Для сравнения повторим теперь расчет для 16-этажного здания с аналогичной планировкой. В этом случае: $N = 2 \cdot 96 = 192$, $U = 2 \cdot 108 = 216$ человек; $Q_{hr}^h = 10,9$ л/ч (по данным [5], так как в здании более 12 этажей), тогда:

$$P = (10,9 \cdot 216) / (3600 \cdot 0,18 \cdot 192) = 0,0189,$$

т.е. несколько больше, чем в первом случае, но по-прежнему значительно меньше 0,1. Результаты расчетов сводим в табл. 2.

Следовательно, здесь диаметр стояка закономерно получается уже на одну ступень больше. В то же время значение q^{cir} для $Dy32$, $N_{эт} = 16$ и $N_{ст} = 4$ равно: $0,0065 \cdot 16 \cdot 4 = 0,416$ л/с, тогда отношение $q_4 / q^{cir} = 1,832 / 0,416 = 4,4$, что также больше, чем 2,1, так что и здесь корректировать величину q_4 не нужно.

Тем не менее, поскольку в здании уже 16 этажей, проверяем величину напора у водоразборных приборов первого этажа. Он складывается из геометрической высоты:

$$H_r = 3,3 \cdot 15 + 1,5 = 51 \text{ м,}$$

где 1,5 – разность отметок диктующего и наиболее низко расположенного прибора в пределах квартиры, м; 3,3 – высота этажа от пола до пола, м; величины ΔH и свободного напора у диктующего прибора H_{cb} .

Для ванны с душем $H_{cb} = 3$ м по табл. 2.1 [5] или приложению 2 [1] (для большинства других водоразборных приборов в жилых зданиях $H_{cb} = 2$ м). В качестве ΔH в данном случае необходимо учитывать потери только на участке 1, т.е. выше присоединения квартирной разводки первого этажа. По табл. 2 с учетом местных сопротивлений получаем:

$$\Delta H = 1,659 \cdot 1,5 = 2,49 \text{ м.}$$

Тогда:

$$\sum H = 51 + 2,49 + 3 = 56,49 < 60 \text{ м.}$$

Таким образом, мы получили приближенный способ определения циркуляционного расхода в системах водопровода горячей воды многоэтажных жилых зданий. Рассмотренная методика имеет простой и инженерный вид и доступна для использования в практике массового проектирования. При этом расчеты показали, что для наиболее типичных случаев влиянием циркуляционного расхода на режим водоразбора можно пренебречь.

Литература

1. Самарин О. Д. Гидравлические расчеты инженерных систем. М.: АСВ, 2014.
2. СНиП 2.04.01–85* «Внутренний водопровод и канализация зданий». М.: ГУП ЦПП, 2000.
3. СП 30.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85* Внутренний водопровод и канализация зданий». М.: Минрегион России, 2012.
4. Самарин О. Д. Расчет потерь напора в полимерных трубах // Сантехника. – 2014. – № 1. – С. 22–23.
5. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Водопровод и канализация / Под. ред. И.Г. Старовойта и Ю.И. Шиллера. М.: Стройиздат, 1990.