

И. В. Горюнов, руководитель проекта «УМНАЯ ВОДА», Группа компаний «Элита», i.goryunov@smartwater.su

РАСЧЕТ НАПОРА ПЕРЕД САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Введение

В условиях разнообразия систем водоснабжения холодной и горячей воды проектировщики сталкиваются с определенными трудностями при расчетах по причине отсутствия в нормативной документации точных диапазонов для некоторых величин [1].

Так, например, для определения напора насосной установки согласно п. 7.3.2 СП 30.13330.2016 [2] необходимо знать величину **минимального напора** перед санитарно-техническим прибором, которую следует принимать по паспорту прибора. Часто эти данные отсутствуют в паспортах производителей. В то же время ГОСТ 19681-2016 [3] предписывает, что определенный тип водоразборной арматуры должен обеспечивать определенный расход воды.

В п. 5.3.1.6 [2] устанавливается величина **максимального давления** перед санитарно-техническим прибором – 0,45 МПа. При проектировании эта величина должна быть скорректирована (в меньшую сторону). Для этого необходимо произвести расчет системы водопровода с учетом набора различных санитарно-технических приборов и с учетом значения **проектного расхода эквивалентного санитарно-технического прибора** (п. 5.2.2.1 [2]).

В данной статье изложена методика, позволяющая определить минимальный и максимальный напор перед санитарно-техническими приборами, при котором обеспечивается соответствие фактического и расчетного расхода воды, т.е. такой напор, при котором **фактический расход эквивалентного прибора** будет равен **проектному расходу эквивалентного прибора** (эта величина используется для вычисления расчетного расхода воды согласно п. 5.2.2.2 [2]).

Проиллюстрируем методику на примере системы водопровода холодной воды жилого здания: в 15-этажном доме имеется восемь последовательно расположенных стояков; высота этажа – 3 м; в каждой квартире имеется: умывальник, мойка и

ванна (все со смесителями); потери напора в сети водопровода – 10 м.

Минимальный напор

Из табл. А.1 [2] имеем секундные расходы холодной воды для санитарно-технических приборов (табл. 1).

Таблица 1

Санитарно-технический прибор	Расход, л/с
Умывальник со смесителем	0,09
Мойка со смесителем	0,09
Ванна со смесителем	0,18

Из табл. 1 [3] имеем расход воды, который должна обеспечивать водоразборная арматура при минимальном давлении 0,05 МПа (табл. 2).

Таблица 2

Тип арматуры	Расход, л/с
Смесители для моек, умывальников	0,07
Смесители для ванн (на излив)	0,12

Чтобы обеспечить требуемые расходы по [2], необходимо увеличить напор относительно [3]. Перерасчет напора производим для диктующих санитарно-технических приборов самой удаленной квартиры (15-й этаж, стояк В1-8).

Перерасчет напоров производим по формуле подобия

$$H_f = H_{f,ГОСТ} \cdot \left(\frac{q_{0,СПЗ0}}{q_{0,ГОСТ}} \right)^2,$$

где H_f – искомый напор,
 $H_{f,ГОСТ}$ – напор по [3],
 $q_{0,СПЗ0}$ – расход по [2],
 $q_{0,ГОСТ}$ – расход по [3].

Результаты расчета сведены в сравнительную табл. 3. В колонке «по СП 30» табл. 3 показаны необходимые напоры и расходы, но так как все приборы в квартире запитаны от одного источника (квартирного ввода водопровода), дальнейшие расчеты выполняем по максимальному напору – 11,3 м.

Таблица 3

Санитарно-технический прибор	Напор, м (расход, л/с)		
	по ГОСТ	по СП 30	фактический
Умывальник со смесителем	5,0 (0,07)	8,3 (0,09)	11,3 (0,105)
Мойка со смесителем	5,0 (0,07)	8,3 (0,09)	11,3 (0,105)
Ванна со смесителем	5,0 (0,12)	11,3 (0,18)	11,3 (0,180)
Эквивалентный прибор			11,3 (0,130)

Таблица 4

Напор, м (расход, л/с)	Стояк							
	B1-1	B1-2	B1-3	...	B1-6	B1-7	B1-8	
Этаж 15-й	15,4 (0,15)	15,0 (0,15)	14,7 (0,15)		12,8 (0,14)	11,8 (0,13)	11,3 (0,13)	
14-й	18,5 (0,17)	18,1 (0,16)	17,8 (0,16)		15,9 (0,15)	14,9 (0,15)	14,4 (0,15)	
13-й	21,6 (0,18)	21,2 (0,18)	20,9 (0,18)		19,0 (0,17)	18,0 (0,16)	17,5 (0,16)	
...								
3-й	55,1 (0,29)	54,7 (0,29)	54,4 (0,29)		52,5 (0,28)	51,5 (0,28)	51,0 (0,28)	
2-й	58,6 (0,30)	58,2 (0,30)	57,9 (0,29)		56,0 (0,29)	55,0 (0,29)	54,5 (0,29)	
1-й	62,2 (0,31)	61,8 (0,30)	61,5 (0,30)		59,6 (0,30)	58,6 (0,30)	58,1 (0,30)	

Фактические расходы при этом напоре у умывальника и мойки увеличатся (см. табл. 3, колонку «фактический»).

Перерасчет расходов производим по формуле подобия

$$q_0 = q_{0,ГОСТ} \cdot \sqrt{\frac{H_f}{H_{f,ГОСТ}}}$$

где q_0 – искомый расход,

$q_{0,ГОСТ}$ – расход по [3],

H_f – фактический напор,

$H_{f,ГОСТ}$ – напор по [3].

Таким образом, на **эквивалентном приборе квартиры** (15-й этаж, стояк B1-8) требуется напор 11,3 м, чтобы обеспечить расход 0,13 л/с. Проводим гидравлический расчет, используя программу «УМНАЯ ВОДА» [4], и определяем напоры и расходы во всех квартирах. Напоры и, следовательно, расходы будут больше (табл. 4). Так, например, для 1-го стояка на 1-м этаже напор составит 62,5 м, расход – 0,31 л/с.

Фактический расход эквивалентного прибора здания составит 0,224 л/с. Этот расход вычисляется как среднее арифметическое расходов всех санитарно-технических приборов в здании в диапазоне от 0,13 л/с при напоре 11,3 м (15-й этаж, стояк B1-8) до 0,31 л/с при напоре 62,2 м (1-й этаж, стояк B1-1).

Максимальный напор

Согласно табл. А.2. [2] величина **проектного расхода эквивалентного санитарно-технического прибора** в жилом здании устанавливается в размере 0,2 л/с. Чтобы соблюсти эту норму, необходимо снизить величины расходов для некоторых санитарно-технических приборов. Другими словами, необходимо снизить

максимальный напор на входе в квартиры, расположенные на нижних этажах, при помощи установки регуляторов давления.

При ограничении максимального напора до 45 м согласно [2] мы получим следующие напоры и расходы в каждой квартире (табл. 5).

При данном ограничении **фактический расход эквивалентного прибора здания** составит 0,221 л/с. Этот расход вычисляется как среднее арифметическое расходов всех санитарно-технических приборов в здании в диапазоне от 0,13 л/с при напоре 11,3 м (15-й этаж, стояк B1-8) до 0,26 л/с при напоре 45 м (1-й этаж, стояк B1-1).

Ограничение максимального напора до 45 м не удовлетворяет требованиям [2] (табл. А.2), так как дает завышенный **фактический расход эквивалентного прибора** 0,221 л/с, что не соответствует **проектному расходу эквивалентного прибора** 0,2 л/с.

Далее проводим последовательное пошаговое ограничение значения максимального напора в сторону уменьшения, рассчитывая для каждого значения напора расход эквивалентного прибора. Цель данных расчетов – получить максимально близкие значения **фактического** и **проектного расхода эквивалентного прибора**.

Для данного примера методом последовательных приближений получен максимальный напор 31 м (табл. 6).

В результате **фактический расход эквивалентного прибора здания** составит 0,201 л/с. Это – расход для диапазона от 0,13 л/с при напоре 11,3 м (15-й этаж, стояк B1-8) до 0,22 л/с при напоре 31 м (1-й этаж, стояк B1-1).

Приведем данные по погрешностям (табл. 7). Как видно из табл. 7, при напоре 31 м значения **фактического** и **проектного расхода эквивалентного прибора** практически совпадают (погрешность 0,5 %), в то время как при ограничении напора,

Таблица 5

Напор, м (расход, л/с)		Стояк						
		V1-1	V1-2	V1-3	...	V1-6	V1-7	V1-8
Этаж	15-й	15,4 (0,15)	15,0 (0,15)	14,7 (0,15)		12,8 (0,14)	11,8 (0,13)	11,3 (0,13)
	14-й	18,5 (0,17)	18,1 (0,16)	17,8 (0,16)		15,9 (0,15)	14,9 (0,15)	14,4 (0,15)
	13-й	21,6 (0,18)	21,2 (0,18)	20,9 (0,18)		19,0 (0,17)	18,0 (0,16)	17,5 (0,16)
	...							
	3-й	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)		45,0 (0,26)	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)
	2-й	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)		45,0 (0,26)	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)
	1-й	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)		45,0 (0,26)	45,0 (0,26)	45,0 (0,26)

Таблица 6

Напор, м (расход, л/с)		Стояк						
		V1-1	V1-2	V1-3	...	V1-6	V1-7	V1-8
Этаж	15-й	15,4 (0,15)	15,0 (0,15)	14,7 (0,15)		12,8 (0,14)	11,8 (0,13)	11,3 (0,13)
	14-й	18,5 (0,17)	18,1 (0,16)	17,8 (0,16)		15,9 (0,15)	14,9 (0,15)	14,4 (0,15)
	13-й	21,6 (0,18)	21,2 (0,18)	20,9 (0,18)		19,0 (0,17)	18,0 (0,16)	17,5 (0,16)
	...							
	3-й	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)		31,0 (0,22)	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)
	2-й	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)		31,0 (0,22)	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)
	1-й	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)		31,0 (0,22)	31,0 (0,22)	31,0 (0,22)

Таблица 7

Диапазон напоров, м	Расход эквивалентного прибора, л/с		Погрешность, %
	проектный	фактический	
11,3–62,2	0,2	0,224	12,0
11,3–45,0	0,2	0,221	10,5
11,3–31,0	0,2	0,201	0,5

согласно п. 5.3.1.6 [2] (45 м), погрешность значительно больше.

Рекомендации. Минимальный напор перед санитарно-техническими приборами принимать не менее 11 м. Максимальный напор перед санитарно-техническими приборами определяется расчетом.

Вывод

Предложенная методика позволяет определить минимальный и максимальный напоры перед санитарно-техническими приборами и **свести к минимуму погрешности при определении расчетных расходов воды**. То есть на этапе проектирования применение методики позволяет получить значения величин, которые будут соответствовать эксплуатационным показателям.

Литература

1. Горюнов И. В., Шестов И. О. Обоснование новых методик расчета систем горячего водоснабжения // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2017. – № 4 (21).
2. СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой, с Изменением № 1). М., 2016.
3. ГОСТ 19681-2016 «Арматура санитарно-техническая водоразборная. Общие технические условия». М., 2016.

ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В СТАТЬЕ

- **Эквивалентный санитарно-технический прибор.** Условный санитарно-технический прибор, характеристика которого является усредненной для определенного количества различных санитарно-технических приборов (в квартире, здании и т.п.).
 - **Проектный расход эквивалентного санитарно-технического прибора.** Расход эквивалентного санитарно-технического прибора, принятый при проектировании для вычисления расчетных расходов воды.
 - **Фактический расход эквивалентного санитарно-технического прибора.** Расход эквивалентного санитарно-технического прибора, вычисленный на основании фактических расходов каждого прибора с учетом фактического напора воды перед приборами.
4. Программа для проектирования систем внутреннего водопровода и канализации зданий «УМНАЯ ВОДА» [электронный ресурс]. URL: www.smartwater.ru (дата обращения 20.01.2020). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016662937 «Умная Вода» – программа для проектирования систем внутреннего водопровода и канализации зданий (25.11.2016).