система с повысительной насосной установкой без водонапорного бака. Ее применяют, когда режим водопотребления в здании равномерен, а напор в наружном водопроводе постоянно или периодически ниже требуемого для здания. Повысительные насосы располагают в подвале зданий или в центральном тепловом пункте при застройке города целыми микрорайонами;

система с водонапорным баком и повысительной насосной установкой. Ее применяют при недостаточности гарантийного напора и при отсутствии достаточного количества воды в наружном водопроводе и при неравномерном потреблении воды в здании в течение суток. Водонапорный бак, принимающий избыток воды или восполняющий ее недостаток при работе сети, включают в систему как регулирующую емкость для повышения экономичности работы повысительной насосной установки. При наличии бака повысительные насосы обычно автоматизируют.

В отдельных случаях вместо водонапорного бака применяют пневматическую установку, состоящую из водяного и воздушного баков или одного водовоздушного бака, оснащенных специальным оборудованием (компрессорами, клапанами, манометрами и др.). Такая система водоснабжения называется *системой с повысительными насосами и пневматической установкой*.

Наиболее совершенными являются системы, имеющие повысительные насосы и гидропневмобаки, не требующие постоянной работы компрессора. Наличие гидропневмобака в составе автоматических насосных установок позволяет значительно уменьшить энергопотребление за счет сокращения числа включений насоса (насосов) и обеспечивать некоторый запас воды. Такие системы характерны для коттеджей и отдельных жилых зданий в городе.

Система канализации

Внутренняя система водоотведения жилых, общественных и производственных зданий предназначается для отвода атмосферных и хозяйственно-фекальных сточных вод от санитарных приборов, установленных в зданиях, в наружную водоотводящую сеть. Все жилые, общественные, производственные и вспомогательные здания, оборудованные внутренним водопроводом и строящиеся в населенных пунктах, должны быть оборудованы внутренней системой водоотведения. В населенных пунктах, где отсутствует централизованная система водоотведения, устройство внутренней системы водоотведения и местных очистных сооружений предусматривается в зданиях в соответствии с требованием СНиПа.

В зависимости от состава сбрасываемых сточных вод выделяют:

– хозяйственно-бытовую систему – для отвода хозяйственно-бытовых вод от моек, умывальников, ванн, душевых, прачечных, бань, унитазов и писсуаров;

– производственную систему водоотведения, отводящую сточные воды от технологического оборудования, которые могут быть грязными, ядовитыми, кислыми, щелочными, нефтяными, условно чистыми, содержать масляные вещества и т.д. Условно чистые воды могут быть спущены в наружные водостоки. Загрязненные производственные воды отводят в наружную производственную систему водоотведения;

– ливневую систему водоотведения – для отвода атмосферных вод с крыш зданий в сеть наружных водостоков или на поверхность земли.

В жилых и общественных зданиях устраивают хозяйственно-бытовую систему водоотведения и в отдельных случаях оборудуют две системы: хозяйственно-бытовую и ливневую.

В производственных зданиях можно устраивать большее число систем водоотведения, разделенных по видам загрязнения сточных вод и их температуре.

Стоки от холодильных машин, кондиционеров, расположенных в жилых и общественных зданиях, отводят в сеть ливневой системы водоотведения, а при отсутствии таковой и небольшом количестве стоков – в сеть хозяйственно-бытовой системы; при большом количестве стоков следует предусматривать их повторное использование после обработки.

В производственных помещениях, имеющих сточные воды, близкие по составу к хозяйственно-бытовым стокам (преимущественно с загрязнениями органического происхождения), устраивают объединенную хозяйственно-бытовую и хозяйственно-производственную систему водоотведения.

Если в районе проектируемого здания проложены коллекторы ливневой и хозяйственно-бытовой систем водоотведения, то проверяют возможность спуска в них сточных вод из здания, отводимых различными внутренними сетями. Не допускается отводить хозяйственно-бытовые воды в наружную сеть производственной системы водоотведения.

2. Исходные данные

Исходные данные см. Приложение 1 к пояснительной записке.

3. Характеристика потребителей и санитарно-технических приборов

3.1 Количество потребителей

Количество учащихся U=245 чел.

3.2 Нормы расхода воды потребителем

Нормы расхода воды потребителями и расходы воды санитарно-техническими приборами принимаются по приложению 3, СНиП РК 4.01.41-2006* и приведены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы расхода воды потребителем

№ п/п	Водопотребители	Измеритель	Число потребителей	Нормы расхода воды, л									
				в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления			в час наибольшего водопотребления			Одним прибором л/с (л/ч)	
				общ $q_{u,m}^{tot}$	гор $q_{u,m}^{h}$	общ q_{u}^{tot}	хол q_{u}^{c}	гор q_{u}^{h}	общ $q_{hr,u}^{tot}$	хол $q_{hr,u}^{c}$	гор $q_{hr,u}^{h}$	общ q_{0}^{tot}	хол гор $q_{0}^{c(h)}$
1	Школа	1 учащийся	245	10	3	11,5	7,0	3,5	3,1	2,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)

Примечание: Нормы приняты для школы

4. Холодное водоснабжение

4.1 Расчетные расходы в сети холодного водопровода

4.1.1 Максимальный секундный расход воды определяется по формуле:

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha,$$

где: q_0 - секундный расход воды санитарно-техническим прибором, л/с, принимается в соответствии с п. 4.2, [1]:
- отдельным прибором - по приложению 2, [1];
- различными приборами для одинаковых потребителей (табл.1):

$$q_0^{tot} = 0{,}1\ л/с, \quad q_0^{c} = 0{,}06\ л/с, \quad q_0^{h} = 0{,}06\ л/с;$$

α - коэффициент, определяемый согласно приложения 4, [1], в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их действия P.

4.1.2 Вероятность действия санитарно-технических приборов определяется по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600};$$

где: $q_{hr,u}$ - норма расхода воды, (табл.1);
U - количество потребителей;
N - количество приборов для всех потребителей – схема 1.
Холодное водоснабжение:
а) для школы в сети холодного водоснабжения:

$$P^{c} = \frac{q_{hr,u}^{c} \times U}{q_0^{c} \times N \times 3600} = \frac{2{,}1 \times 245}{0.1 \times 13 \times 3600} = 0.11$$

Общая:

а) для школы:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \times U}{q_0^{tot} \times N \quad \times 3600} = \frac{3{,}1 \times 245}{0.14 \times 13 \times 3600} = 0.12$$

4.1.3 Максимальные часовые расходы

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле:

$$q_{hr} = 0{,}005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr},$$

где: $q_{0,hr}$ - часовой расход воды санитарно-техническим прибором, л/ч, для одинаковых потребителей (табл.1) :

$$q_{0,hr}^{tot} = 100\ л/ч, \quad q_{0,hr}^{c} = 60\ л/ч, \quad q_{0,hr}^{h} = 60 л/ч;$$

α - коэффициент, определяемый согласно приложению 4, [1] в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их использования P_{hr}.

Вероятность использования санитарно-технических приборов P_{hr}, определяется по формуле 4.6, п. 4.6, [1]:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}},$$

а) для школы в сети холодного водоснабжения:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \times P \times q_0}{q_{0,hr}} = \frac{3600 \times 0.12 \times 0{,}14}{100} = 0.605$$

е) для школы общая:

$$N_{.} \times P_{hr}^{tot} = 13 \times 0.605 = 7{,}865$$

Максимальный часовой расход воды для школы:

$$q_{hr}^{tot} = 0{,}005 \times 100 \times 3{,}482 = 1{,}741\ м^3/ч;$$

(при $N_{ж.к.} \times P_{hr,ж.к.}^{tot} = 7{,}865 \rightarrow \alpha \rightarrow 3{,}482$).

По максимальному часовому расходу производится подбор повысительных насосов.

4.1.4 Средние часовые расходы

Средний часовой расход воды в сутки максимального водопотребления определяется по формуле:

$$q_T = \frac{\sum_1^i q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T};$$

где: $q_{u,i}$ – норма расхода воды, (табл.1);
T – расчетное время потребления воды, для школы – 12 ч.
а) для школы:

$$q^c_{T,\text{шк}} = \frac{11{,}5 \times 245}{1000 \times 12} = 0{,}235\ \text{м}^3/\text{ч};$$

По средним часовым расходам производится подбор водомерных счетчиков.

4.1.1 Средние суточные расходы

Расчетный средний суточный расход воды определяется по формуле:

$$q^{tot}_{Tj} = \frac{\sum_1^i q^{tot}_{u,m,i} \cdot U_i}{1000};$$

где $q^{tot}_{u.m,i}$ – норма расхода воды, (табл.1);

а) для школы:

$$q^{tot}_{T,\text{Ж}} = \frac{10 \times 245}{1000} = 2{,}45\ \text{м}^3/\text{сут};$$

4.2 Гидравлический расчет сети холодного водоснабжения

Гидравлический расчет сетей внутреннего водопровода производится по максимальному секундному расходу воды. Скорость движения воды в трубопроводах не должна превышать 3 м/с, п. 7.6, [1]. *Рекомендуемая, экономичная, скорость движения воды – 0,9-1,2 м/с, для подводок к водоразборной арматуре – до 2,5 м/с)*.
Удельные потери напора, скорости и диаметр определяются по таблицам гидравлического расчета [4,5]. Потери напора на участках трубопроводов рассчитываются по формуле 12, [1]:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l);$$

где: i - удельные потери напора при расчетном расходе, мм/м;
l - длина участка, м;
k_l – коэффициент, учитывающий местные сопротивления; для сетей хозяйственно-питьевых водопроводов k_l = 0,3 (п. 7.7, [1]).
Результаты расчета водопроводной сети представлены в таблицы 2.

5. Расчет и подбор оборудования

5.1 Подбор насоса

Подбор насоса на хозяйственно питьевые нужды

Требуемый минимальный напор в системе в момент включения насосов: для системы холодного водоснабжения:

$$P^c_{\min} = H^c_{geom} + \sum H^c_{l,tot} + H^c_f \ ;$$

где: H^c_{geom} - геометрическая высота подачи, м:

$$H^c_{geom} = 0{,}2м \ ;$$

$\sum H^c_{l,tot}$ - сумма потерь напора в трубопроводах системы холодного водоснабжения (табл.,1);

$$\sum H^c_{l,tot} = 3{,}215 + 2{,}6м = 5{,}82м$$

H^c_f - свободный напор у диктующего прибора, принимаемый по приложению 2, [1] (для унитаза со смывным бачком – 2м).

$$P^c_{\min} = 0{,}2 + 5{,}82 + 2 = 8{,}02 \ м;$$

Для определения требуемого напора насоса принимается наибольшее значение $P_{max} = 9м$.

При $q^{sp}_{hr} = 1{,}74 \ м^3/ч$ и $H_p = 9 \ м$, принимаем установку повышения давления Wilo-Comfort-Vario COR-1 MHIE 205-GE, с расходом 2 м^3/ч и напором 9 м со встроенным гидропневмобаком и встроенной функцией частотного регулирования частоты вращения рабочего колеса насоса.

Подбор насоса на противопожарные нужды

Требуемый минимальный напор в системе в момент включения насосов:

$$P^c_{\min} = H^c_{geom} + \sum H^c_{l,tot} + H^c_f \ ;$$

где: H^c_{geom} - геометрическая высота подачи, м:

$$H^c_{geom} = 5{,}8м \ ;$$

$\sum H^c_{l,tot}$ - сумма потерь напора в трубопроводах системы противопожарного трубопровода(табл.,2);

$$\sum H^c_{l,tot} = 7м$$

H^c_f - свободный напор у диктующего прибора-10м

$$P^c_{\min} = 7 + 5{,}8 + 10 = 22{,}8м;$$

Для определения требуемого напора насоса принимается наибольшее значение $P_{max} = 23м$.

Принимаем установку повышения давления Wilo-CO-3 MHI 803/ER, с расходом 10 м^3/ч и напором 23 м.

5.2 Расчет объема бака запаса чистой воды

Исходя из расчета п. 3.1.1 настоящей расчетной пояснительной записки здание школы потребляет 2,45 м^3/сут. Емкость бака запаса воды рассчитывается исходя из 2-х дневного запаса:

$$w_{\text{тр}} = q_{T,\text{общ}}^{tot} \times 2 = 2{,}45 \times 2 = 4{,}9 \text{ м}^3$$

Принимаем пластиковую прямоугольную емкость объемом 3 м^3- 2шт.

8. Список используемой литературы

1. СНиП РК 4.01.41-2006*. Внутренний водопровод и канализация зданий.
2. Староверов И. Г. Отопление, водопровод и канализация: справочник проектировщика. И. Г. Староверов. – М.: Стройиздат, 1990.-578 с.
3. Шевелев Ф.А. Таблицы гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. - М.: Стройиздат, 2006.
4. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Изд. 4-е, доп. М., Стройиздат, 1974. 156 с.
5. Кедров В.С., Ловцов Е.И. Санитарно-техническое оборудование зданий. - М.: Стройиздат, 2008.
6. СП-41-10-95. Проектирование тепловых пунктов.
7. СН РК 4.01-03-2011 «Водоотведение. Наружные сети и сооружения».

9. Приложения

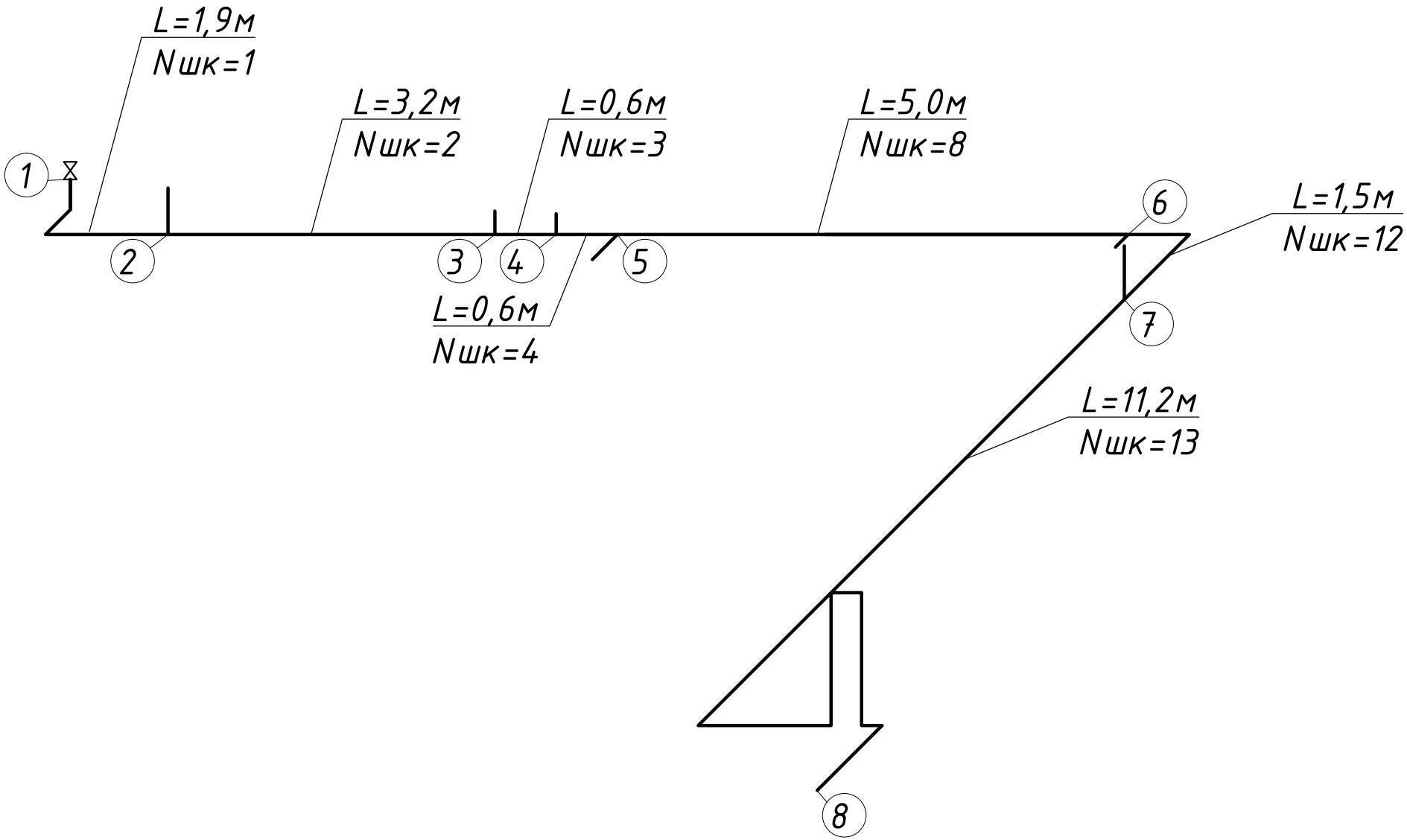
L=1,9м
Nшк=1
L=3,2м
Nшк=2
L=0,6м
Nшк=3
L=5,0м
Nшк=8
L=1,5м
Nшк=12
L=0,6м
Nшк=4
L=11,2м
Nшк=13
1
2
3
4
5
6
7
8

Таблица №1. Гидравлический расчет сети холодного водоснабжения

Номер участка	l, м	N	P	NxP	α	q_0^c, л/с	q^c, л/с	$d_{прин}(d)$, мм	v, м/с	kl	Потери напора, мм	
											i	$il(1+kl)$
1-2	1,9	1		0,000	0,000	0,1	0,10	16	0,884	0,3	124,678	308,0
2-3	3,2	2	0,1200	0,240	0,485	0,1	0,24	20	1,288	0,3	179,09	745,0
3-4	0,6	3	0,1200	0,360	0,580	0,1	0,29	25	0,981	0,3	83,201	64,9
4-5	0,6	4	0,1200	0,480	0,665	0,1	0,33	25	1,116	0,3	104,636	81,6
5-6	5	8	0,1200	0,960	0,948	0,1	0,47	32	0,973	0,3	60,672	394,4
6-7	1,5	12	0,1200	1,440	1,186	0,1	0,59	32	1,221	0,3	90,82	177,1
7-8	11,2	13	0,1200	1,560	1,243	0,1	0,62	32	1,284	0,3	99,173	1444,0
											Итого	3214,9

Таблица №2. Гидравлический расчет сети противопожарного водопровода

Номер участка	*l*, м	N	P	NxP	α	$q_б^{\xi}$, л/с	q^{c}, л/с	$d_{прин}(d)$, мм
1-2	84	1		0,000	0,000	2,5	2,50	50

v, м/с	kl	Потери напора, мм	
		i	$il(1+kl)$
1,177	0,1	69,645	6435,2
		Итого	6435,2