

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЯСНЕНИЯ

к методическим указаниям №333

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

*к выполнению курсовой работы и практических занятий по дисциплине
"Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики"
для студентов, обучающихся по направлению
08.03.01 «Строительство» всех профилей*

*Даны пояснения для выполнения гидравлического расчета
внутренней водопроводной сети жилого здания.
Приведены примеры некоторых расчетов.
Приведены рисунки основных элементов.
В пояснениях использованы ссылки на методические указания
№333 (МУ) и СП 30.13330.2016 (СП)*

Сост. к.т.н. Помогаева В.В.

I Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения

Задачей гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов, при которых обеспечивается нормальная работа всех санитарно-технических приборов и максимально используется гарантийный напор в наружной водопроводной сети $H_{гар}$. В качестве расчетной схемы используется построенная в процессе конструирования аксонометрическая схема внутреннего водопровода.

1. Определяем диктующий санитарно-технический прибор, который располагается на самом удаленном стояке от ввода водопровода в здание. Рис. 1, 2
Диктующий прибор - это наиболее удаленный от ввода и высоко расположенный санитарно-технический прибор. Самым высокорасположенным прибором является смеситель с душевой сеткой, но не обязательно он будет диктующим
 По аксонометрической схеме, так же можно определить диктующий прибор. Рис.3.

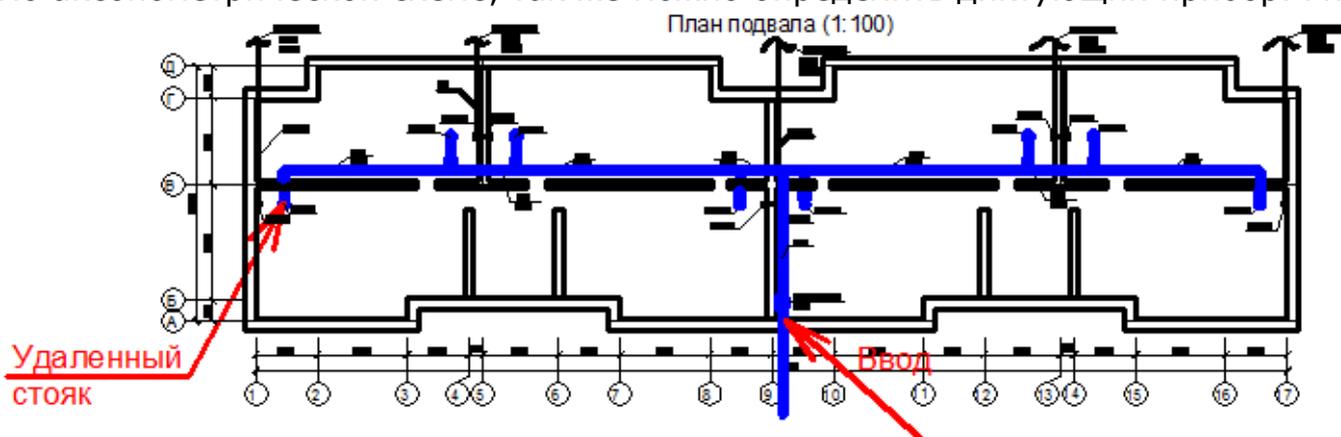


Рис. 1

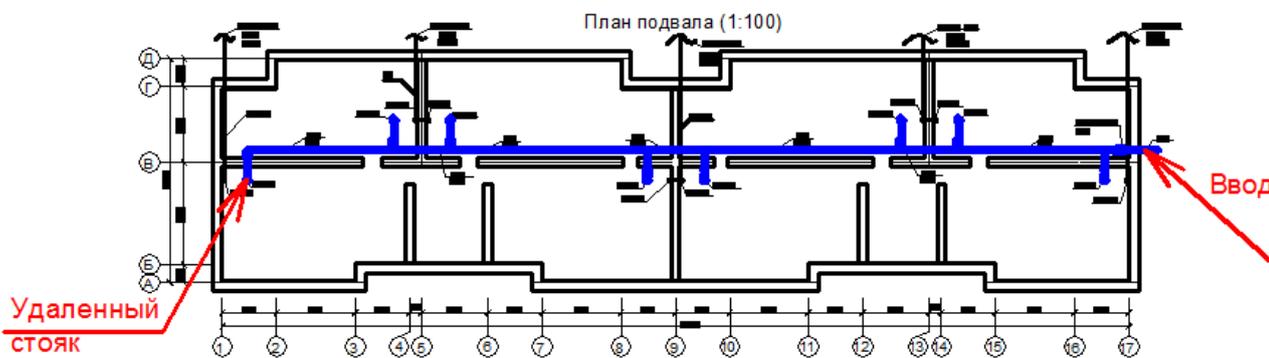


Рис. 2

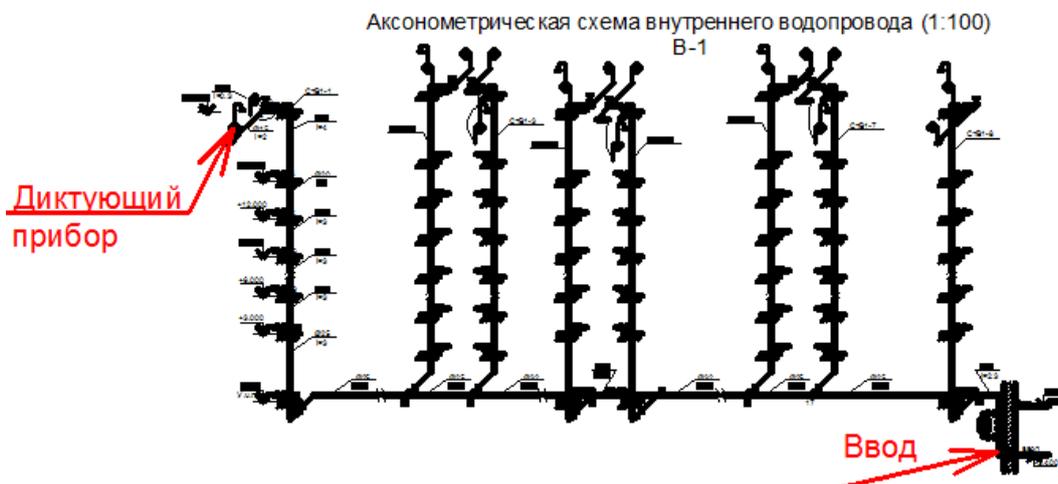


Рис. 3

2. Выделяются и нумеруются расчетные участки. Границей участков является место присоединения прибора или стояка, т.е точка где увеличивается расход воды (разветвление потоков, увеличение скорости и пр.) точки, в которых возможно изменение диаметра.

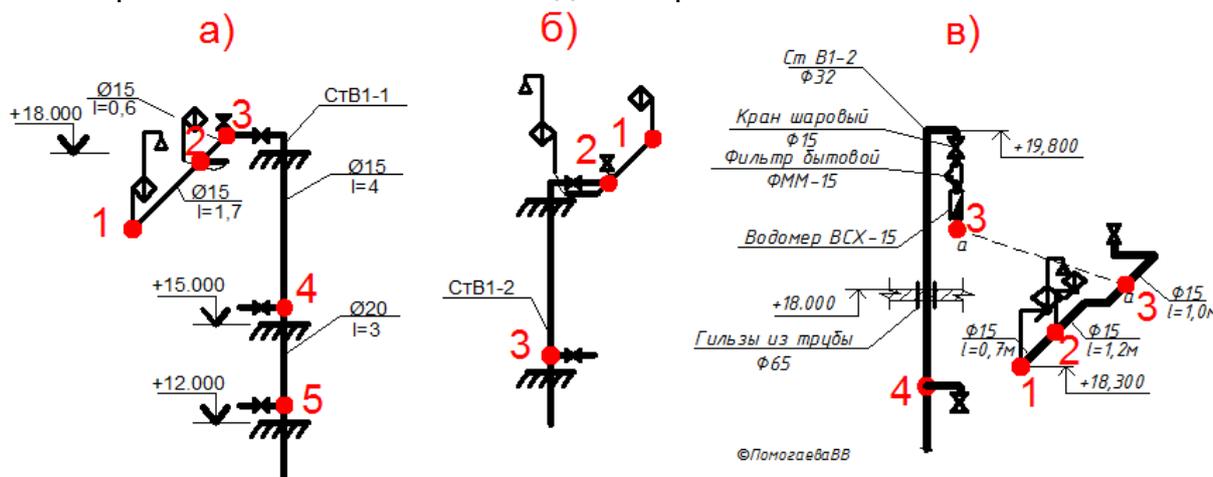


Рис. 4 Варианты расстановки расчетных точек

3. Измеряются длины между расчетными точками, указываются на чертеже аксонометрической схемы (пример рис.4в) и в табл.2 столбец 10 (МУ 333)

- горизонтальные-по плану, с учетом масштаба 1:100;
- вертикальные с учетом данных для проектирования (стр.20) (высота от пола до потолка 2,7м + 0,3м (толщина перекрытия))=3м расстояние между этажами при подключении подводок водопровода в квартиры.

На последнем этаже так же учитывается высота расположения подводки от пола:

- ✓ 0,2-0,3 м -при горизонтальном присоединении водомерного узла (рис. 4а),б));
- ✓ 1,2-1,6 м -при вертикальном присоединении водомерного узла (рис. 4 в)).

В результате можно начать заполнять таблицу 2:

1. Номера расчетных участков.
2. Общее число приборов.
10. Длина расчетного участка (м).

Таблица 2

Таблица гидравлического расчета внутреннего водопровода

Номера расчетных участков	Общее число приборов N	Вероятн. действия приборов P_c	Значения			Расчетный расход q^c л/с	Диаметр d , мм	Скорость v , м/с	Длина расчетного участка l , м	Уд. потери напора $1000i$	Линейные потери напора на участке $H_l = li$
			NP^c	α	$q_{\text{д.с.}}$ л/с						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Пример для рис.4 а)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	1*								1,7		
2-3	2								0,6		
3-4	3								4		
4-5	6								3		

Примечание: рис.4 а)

*на участке 1-2- принят 1 прибор –смеситель с душевой сеткой;
 На на участке 2-3- принято 2 прибора: смеситель с душевой сеткой и смеситель для мойки;
 На на участке 3-4- принято 3 прибора: смеситель с душевой сеткой, смеситель для мойки и кран для унитаза;
 На на участке 4-5- принято 6 приборов: ТРИ прибора от последнего (в данном случае девятого этажа и ТРИ от восьмого этажа);
 На на участке 5-6 будет 9 приборов и т.д до присоединения к магистральной линии в подвале.

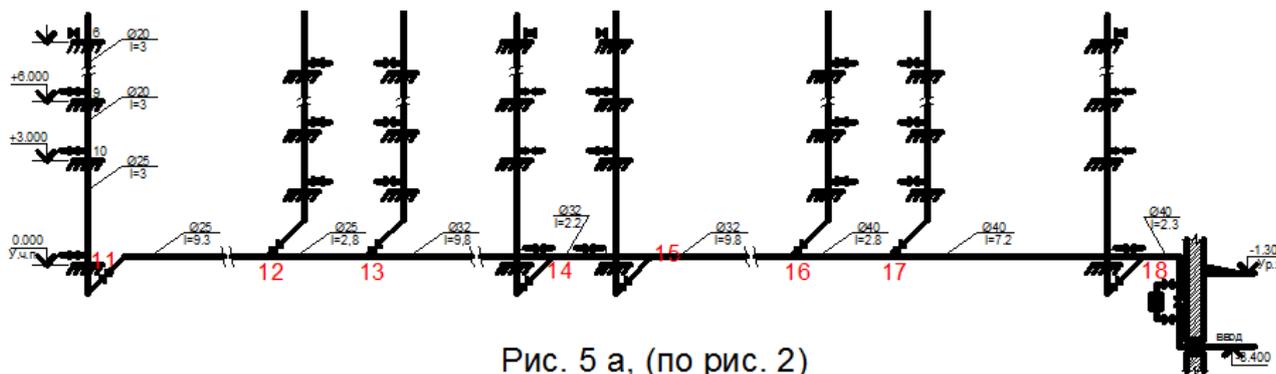


Рис. 5 а, (по рис. 2)

Участок 11-12 – общее количество приборов от 1 стояка (длина измеряется на плане подвала + высота от подводки к квартире на первом этаже и до крепления магистрали в подвале (рис.6));

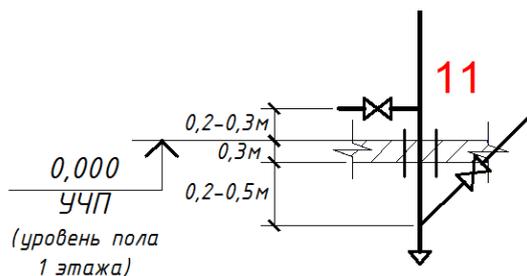


Рис. 6

Участок 12-13 – общее количество приборов от 1 стояка + общее количество приборов от второго стояка;

И т.д. Последний участок 18-ввод – все приборы в доме (рис. 5а) .

При вводе водопровода в центре дома (рис. 1 и рис. 5б) диаметры трубопроводов слева и справа от ввода одинаковые, т.к. поток воды разделяется на две части.

Последний участок 15-ввод – все приборы в доме (рис. 5б) .

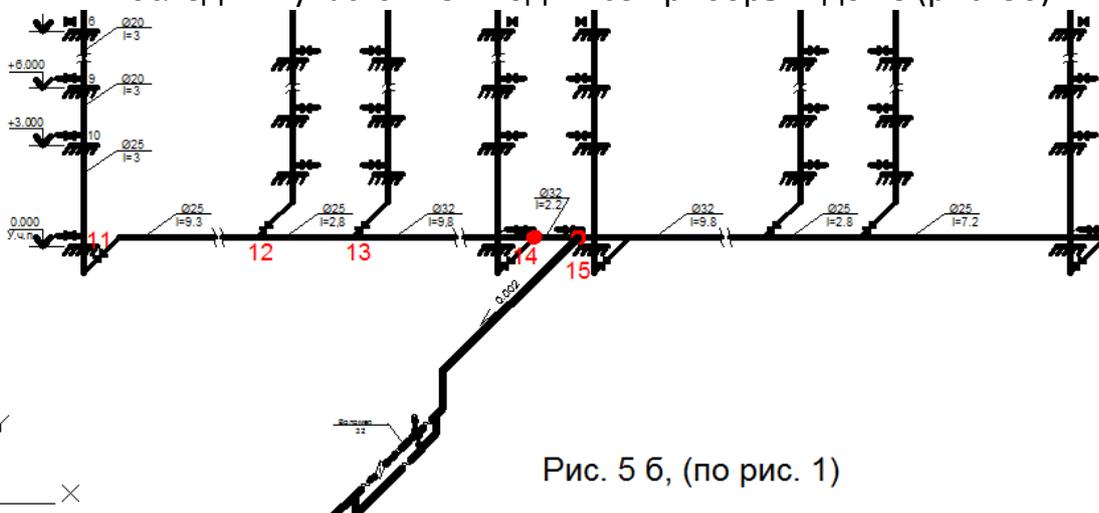


Рис. 5 б, (по рис. 1)

4. Определяется вероятность действия санитарно-технических приборов в здании P^c , (МУ 333)

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N}, \quad (3.2)$$

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды, л, потребителем в час наибольшего потребления. Для жилых зданий с традиционным комплектом санитарно-технических приборов $q_{hr,u}^c = 5,6$ л/ч (по заданию преподавателя) или $q_{hr,u}^c = 5,1$ л/ч (согласно прил. Таблица А.2 СП 30.13330.2016);

U – число потребителей (жителей) в здании, назначается в соответствии с количеством, планировкой квартир или заданной заселенностью;

q_0^c – расход холодной воды, л/с, одним санитарно-техническим прибором. Для приборов, обычно используемых в жилых зданиях,

$q_0^c = 0,18$ л/с - ванна со смесителем (табл.1 стр. 8);

N – число санитарно-технических приборов в здании.

Вероятность действия приборов записывается в **3** столбец табл.2 (одно число для всего дома, так как расчет выполняется для «однотипных» потребителей – жителей).

5. Вычисляем значение $N \times P^c$ (столбец 4) для каждой строчки.

6. (столбец 5) α - коэффициент, определяемый в зависимости от числа приборов и вероятности их действия P^c на расчетном участке и принимаемый по табл.3. (МУ 333, стр. 10)

*например, $NP^c=0,014$ принимаем $\alpha=0,2$; $NP^c=3,6 \rightarrow \alpha=2,065$.

Таблица 3

Значения коэффициентов α при $P \leq 0.1$ и любом числе N

NP	α	NP	α	NP	α	NP	α	NP	α
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
менее									
0,015	0,200	0,175	0,425	1,00	0,969	6,6	3,085	16,4	5,930
0,018	0,210	0,185	0,435	1,15	1,046	6,9	3,181	17,0	6,093
0,023	0,222	0,195	0,444	1,30	1,120	7,2	3,275	17,6	6,254
0,027	0,230	0,22	0,467	1,45	1,191	7,5	3,369	18,2	6,415
0,032	0,241	0,25	0,493	1,60	1,261	7,8	3,462	18,8	6,575
0,037	0,250	0,27	0,510	1,75	1,328	8,1	3,555	19,4	6,734
0,043	0,261	0,30	0,534	1,90	1,394	8,4	3,646	20,0	6,893
0,048	0,270	0,32	0,550	2,1	1,479	8,7	3,738	21,5	7,287
0,054	0,280	0,35	0,573	2,4	1,604	9,0	3,828	23,0	7,677
0,062	0,292	0,37	0,568	2,7	1,724	9,3	3,916	24,5	8,064
0,068	0,301	0,40	0,610	3,0	1,840	9,6	4,008	26,0	8,447
0,076	0,312	0,42	0,624	3,3	1,954	9,9	4,097	27,5	8,828
0,082	0,320	0,45	0,645	3,6	2,065	10,4	4,244	29,0	9,207
0,090	0,331	0,48	0,665	3,9	2,174	11,0	4,419	30,5	9,583
0,098	0,341	0,52	0,692	4,2	2,281	11,6	4,592	32,0	9,957
0,110	0,355	0,58	0,730	4,5	2,386	12,2	4,764	33,5	10,33
0,115	0,361	0,64	0,767	4,8	2,490	12,8	4,934	35,0	10,70
0,125	0,373	0,70	0,803	5,1	2,592	13,4	5,103	36,0	10,94
0,135	0,384	0,76	0,838	5,4	2,693	14,0	5,270	37,0	11,19
0,145	0,394	0,82	0,872	5,7	2,793	14,6	5,437	38,0	11,43
0,155	0,405	0,88	0,905	6,0	2,891	15,2	5,602	39,0	11,68
0,165	0,415	0,94	0,937	6,3	2,989	15,8	5,767	40,0	11,92

7. (столбец 6) $q_0^c = 0,18 \text{ л/с}$ для всех строчек.

q_0^c - расход холодной воды одним прибором с максимальным водопотреблением (исключая расход поливочного крана), л/с, принимается по [1, прил. А, табл.А.1] или по табл. 1 для «ванны со смесителем» или «смеситель с душевой сеткой»

8. Определение расчетного расхода на участках (столбец 7)

Определяется максимальный секундный расход холодной воды на всех расчетных участках по формуле (3.1): $q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha$

9. Определение диаметра трубопроводов.

Принимаем полиэтиленовые трубы и для них по таблицам Шевелевых (Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб) (Таблица VI. Пластмассовые трубы $d = 10 - 630 \text{ мм}$) определяем: диаметры, скорости, гидравлические уклоны $1000i$.

Диаметры труб подбираются по нормативным скоростям.

Экономичными считаются скорости движения воды в пределах **0,9 ÷ 1,2 м/с**. Скорости могут быть в пределах от 0,7 до 1,5 м/с, но не более 1,5 м/с.

Как правило, диаметры подводок $\varnothing 15 \text{ мм}$, стояков $\varnothing 20 - 25 \text{ мм}$, магистральной линии $\varnothing 25 - 40 \text{ мм}$, ввода - $\varnothing 50 \text{ мм}$.

*Например, расчетный расход $q^c = 0,11 \text{ л/с}$ (табл.2 столбец 7).

В 1 столбце «Таблицы» (Рис. 7, 8) находим расход 0,11 л/с (если нет точного расхода - применяем интерполяцию)

Таблица VI. Пластмассовые трубы $d = 10 - 630 \text{ мм}$ (ГОСТ 18599-73)

Q, л/с	d, мм											
	10		12		16		20		25		32	
	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i
0,025	0,88	291,6	0,50	73,9	0,22	10,7	—	—	—	—	—	—
0,03	1,06	403,0	0,60	102,1	0,27	14,7	—	—	—	—	—	—
0,035	1,24	529,8	0,70	134,2	0,31	19,4	—	—	—	—	—	—
0,04	1,41	671,4	0,80	170,0	0,35	24,5	0,20	6,21	—	—	—	—
0,045	1,59	827,4	0,90	210,0	0,40	30,2	0,22	7,66	—	—	—	—
0,05	1,77	997,4	0,99	252,6	0,44	36,5	0,25	9,23	—	—	—	—
0,055	1,95	1181,2	1,09	299,1	0,49	43,2	0,27	10,9	—	—	—	—
0,06	2,12	1378,3	1,19	349,0	0,53	50,4	0,30	12,8	—	—	—	—
0,065	2,30	1598,6	1,29	402,3	0,57	58,1	0,32	14,7	0,20	4,61	—	—
0,07	2,48	1811,8	1,39	458,8	0,62	66,2	0,35	16,8	0,21	5,26	—	—
0,075	2,65	2047,7	1,49	518,6	0,66	74,8	0,37	19,0	0,23	5,94	—	—
0,08	2,83	2296,1	1,59	581,5	0,71	83,9	0,40	21,3	0,24	6,66	—	—
0,085	3,01	2556,8	1,69	647,5	0,75	93,4	0,42	23,7	0,26	7,42	—	—
0,09	—	—	1,79	716,6	0,80	103,4	0,45	26,2	0,28	8,21	—	—
0,095	—	—	1,89	788,7	0,84	113,8	0,47	28,8	0,29	9,04	—	—
0,10	—	—	1,99	863,9	0,88	124,7	0,50	31,6	0,31	9,90	—	—
0,11	—	—	2,10	942,0	0,92	137,6	0,55	37,4	0,34	11,7	0,20	3,55
0,12	—	—	2,30	1193,8	1,06	172,3	0,60	43,6	0,37	13,7	0,22	4,14
0,13	—	—	2,59	1375,9	1,15	198,6	0,65	50,3	0,40	15,8	0,24	4,77
0,14	—	—	2,79	1560,2	1,24	226,5	0,70	57,4	0,43	18,0	0,26	5,45

Рис. 7

Выбираем скорость в пределах 0,9-1,2 м/с, в нашем случае 0,97 м/с.

При этом диаметр равен 16 мм, а удельные потери напора $1000i = 147,6 \text{ мм}$.

Полученные значения записываем в табл. 2 столбцы 8, 9, 11.

10. Определение линейных потерь напора (H_l , м) на отдельных участках и во всей системе водопровода (столбец 12).

10.1. Линейные потери напора на каждом участке определяются по формуле: $H_l = k \cdot (l/1000)$.

10.2. Общие потери напора определяются как сумма всех потерь по участкам ($\sum H_l$).

*Если $\sum H_l \geq 10$ м, то необходимо еще раз проверить расчетные участки, на которых получилось максимальное значение потерь напора H_l и по возможности увеличить на них диаметры трубопроводов, соблюдая значение скоростей 0,7-1,5 м/с.

Таким образом, в результате гидравлического расчета мы определили:

- ✓ диаметры трубопроводов,
- ✓ скорости движения воды в трубопроводах,
- ✓ потери напора при движении воды по трубопроводам (линейные потери напора).

Таблица VI. Пластмассовые трубы $d=10-630$ мм (ГОСТ 18599-73)

Q, л/с	d, мм											
	10		12		16		20		25		32	
	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i
0,025	0,88	291,6	0,50	73,9	0,22	10,7	—	—	—	—	—	—
0,03	1,06	403,0	0,60	102,1	0,27	14,7	—	—	—	—	—	—
0,035	1,24	529,8	0,70	134,2	0,31	19,4	—	—	—	—	—	—
0,04	1,41	671,4	0,80	170,0	0,35	24,5	0,20	6,21	—	—	—	—
0,045	1,59	827,4	0,90	210,0	0,40	30,2	0,22	7,66	—	—	—	—
0,05	1,77	997,4	0,99	252,6	0,44	36,5	0,25	9,23	—	—	—	—
0,055	1,95	1181,2	1,09	299,1	0,49	43,2	0,27	10,9	—	—	—	—
0,06	2,12	1378,3	1,19	349,0	0,53	50,4	0,30	12,8	—	—	—	—
0,065	2,30	1598,6	1,29	402,3	0,57	58,1	0,32	14,7	0,20	4,61	—	—
0,07	2,48	1811,8	1,39	458,8	0,62	66,2	0,35	16,8	0,21	5,26	—	—
0,075	2,65	2047,7	1,49	518,6	0,66	74,8	0,37	19,0	0,23	5,94	—	—
0,08	2,83	2296,1	1,59	581,5	0,71	83,9	0,40	21,3	0,24	6,66	—	—
0,085	3,01	2556,8	1,69	647,5	0,75	93,4	0,42	23,7	0,26	7,42	—	—
0,09	—	—	1,79	716,6	0,80	103,4	0,45	26,2	0,28	8,21	—	—
0,095	—	—	1,89	788,7	0,84	113,8	0,47	28,8	0,29	9,04	—	—
0,10	—	—	1,99	863,9	0,88	124,7	0,50	31,6	0,31	9,90	—	—
0,11	—	—	2,19	1023,0	0,97	147,6	0,55	37,4	0,34	11,7	0,20	3,55
0,12	—	—	2,39	1193,8	1,06	172,3	0,60	43,6	0,37	13,7	0,22	4,14
0,13	—	—	2,59	1375,9	1,15	198,6	0,65	50,3	0,40	15,8	0,24	4,77
0,14	—	—	2,79	1569,2	1,24	226,5	0,70	57,4	0,43	18,0	0,26	5,45

Продолжение табл. VI

Q, л/с	d, мм															
	16		20		25		32		40		50		63		75	
	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i
0,15	1,33	256,0	0,75	64,8	0,46	20,3	0,28	6,15	—	—	—	—	—	—	—	—
0,16	1,41	287,0	0,80	72,7	0,49	22,8	0,30	6,90	—	—	—	—	—	—	—	—
0,17	1,50	319,6	0,85	80,9	0,52	25,4	0,32	7,69	0,20	2,63	—	—	—	—	—	—
0,18	1,59	353,7	0,90	89,6	0,55	28,1	0,33	8,51	0,21	2,91	—	—	—	—	—	—
0,19	1,68	389,3	0,94	98,6	0,58	30,9	0,35	9,36	0,22	3,20	—	—	—	—	—	—
0,20	1,77	426,4	0,99	108,0	0,61	33,9	0,37	10,3	0,24	3,51	—	—	—	—	—	—
0,25	2,21	633,5	1,24	160,4	0,76	50,3	0,45	15,2	0,30	5,21	0,19	1,80	—	—	—	—
0,30	2,65	875,4	1,49	221,7	0,92	69,5	0,56	21,0	0,35	7,20	0,23	2,48	—	—	—	—
0,35	3,09	1150,7	1,74	291,4	1,07	91,4	0,65	27,7	0,41	9,47	0,27	3,26	—	—	—	—
0,40	—	—	1,99	369,3	1,22	115,8	0,74	35,1	0,47	12,0	0,30	4,13	0,19	1,38	—	—
0,45	—	—	2,24	455,1	1,38	142,7	0,83	43,2	0,53	14,8	0,34	5,10	0,22	1,70	—	—
0,50	—	—	2,49	548,7	1,53	172,0	0,93	52,1	0,59	17,8	0,33	6,14	0,24	2,05	—	—
0,55	—	—	2,74	649,7	1,68	203,7	1,02	61,7	0,65	21,1	0,42	7,27	0,26	2,43	—	—
0,60	—	—	2,98	758,2	1,84	237,7	1,11	72,0	0,71	24,6	0,45	8,49	0,29	2,81	0,20	1,23
0,65	—	—	3,22	874,3	1,99	274,0	1,21	83,0	0,77	28,4	0,49	9,78	0,31	3,26	0,22	1,42
0,70	—	—	—	—	2,14	312,5	1,30	94,6	0,83	32,4	0,53	11,2	0,34	3,72	0,24	1,62
0,75	—	—	—	—	2,29	353,2	1,39	107,0	0,89	36,6	0,57	12,6	0,36	4,21	0,25	1,83
0,80	—	—	—	—	2,45	396,0	1,48	120,0	0,95	41,0	0,61	14,1	0,38	4,72	0,27	2,06
0,85	—	—	—	—	2,60	441,0	1,58	133,5	1,01	45,7	0,64	15,7	0,41	5,25	0,29	2,29
0,90	—	—	—	—	2,75	483,0	1,67	147,8	1,07	50,6	0,68	17,4	0,43	5,81	0,30	2,53

Продолжение табл. VI

Q, л/с	d, мм																	
	32		40		50		63		75		90		110		125		140	
	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i
0,95	1,76	162,7	1,12	55,7	0,72	19,2	0,45	6,40	0,32	2,79	0,22	1,17	—	—	—	—	—	—
1,0	1,85	178,1	1,18	61,0	0,76	21,0	0,48	7,01	0,34	3,06	0,24	1,29	—	—	—	—	—	—
1,1	2,04	211,0	1,30	72,2	0,83	24,9	0,53	8,30	0,37	3,62	0,26	1,52	—	—	—	—	—	—
1,2	2,23	246,2	1,42	84,2	0,91	29,0	0,57	9,63	0,41	4,22	0,28	1,78	—	—	—	—	—	—
1,3	2,41	283,8	1,54	97,1	0,93	33,5	0,62	11,2	0,44	4,87	0,31	2,05	0,20	0,78	—	—	—	—
1,4	2,60	323,6	1,66	110,7	1,06	38,2	0,67	12,7	0,47	5,55	0,33	2,34	0,22	0,89	—	—	—	—
1,5	2,78	355,8	1,78	125,1	1,14	43,1	0,72	14,4	0,51	6,27	0,35	2,64	0,24	1,01	—	—	—	—
1,6	2,97	410,1	1,89	140,3	1,21	48,4	0,77	16,1	0,54	7,03	0,38	2,96	0,25	1,13	0,20	0,62	—	—
1,7	3,15	455,7	2,01	156,3	1,29	53,8	0,81	18,0	0,57	7,83	0,40	3,30	0,27	1,26	0,21	0,69	—	—
1,8	—	—	2,13	172,9	1,35	59,6	0,86	19,9	0,61	8,67	0,42	3,65	0,28	1,40	0,22	0,76	—	—
1,9	—	—	2,25	190,3	1,44	65,6	0,91	21,9	0,64	9,54	0,45	4,02	0,30	1,54	0,23	0,84	—	—
2,0	—	—	2,37	208,5	1,51	71,8	0,96	24,0	0,68	10,4	0,47	4,40	0,31	1,68	0,24	0,92	—	—
2,1	—	—	2,49	227,3	1,59	78,3	1,00	26,1	0,71	11,4	0,49	4,80	0,33	1,84	0,26	1,00	0,20	0,58
2,2	—	—	2,60	245,9	1,67	85,1	1,05	28,4	0,74	12,4	0,52	5,21	0,35	1,99	0,27	1,09	0,21	0,63
2,3	—	—	2,72	267,1	1,74	92,1	1,10	30,7	0,78	13,4	0,54	5,64	0,36	2,16	0,28	1,18	0,22	0,68
2,4	—	—	2,84	288,1	1,82	99,3	1,15	33,1	0,81	14,4	0,55	6,08	0,38	2,33	0,29	1,27	0,23	0,73
2,5	—	—	2,96	309,7	1,89	105,7	1,20	35,6	0,84	15,5	0,59	6,54	0,39	2,50	0,30	1,36	0,24	0,79
2,6	—	—	3,08	332,0	1,97	114,4	1,24	38,2	0,88	16,6	0,61	7,01	0,41	2,68	0,31	1,46	0,25	0,85
2,7	—	—	—	—	2,05	122,4	1,29	40,8	0,91	17,8	0,63	7,49	0,42	2,87	0,33	1,56	0,26	0,90
2,8	—	—	—	—	2,12	130,5	1,34	43,5	0,95	19,0	0,66	7,93	0,44	3,06	0,34	1,67	0,27	0,96

Рис. 8

II Выбор и расчет счетчиков воды

Согласно п. 3.3. МУ 333 необходимо провести выбор и расчет счетчиков воды. Диаметр условного прохода счетчика воды подбирают по среднечасовому расходу воды за сутки, который не должен превышать эксплуатационный расход, принимаемый по табл. 4, МУ.

1. Среднечасовой расход холодной воды за сутки q_m^c , м³/ч, определяется по формуле:

$$q_m^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot 24}, \quad (3.6)$$

где q_u^c - норма расхода холодной воды, л, потребителем в сутки наибольшего водопотребления,

принимается: по заданию преподавателя $q_u^c=180$ л/сут, (300-120=180);

или по СП 30.13330.2016 Таблица А.2. в сутки со средним за год

водопотреблением. Определяется как разность между количеством общей воды и горячей: $q_u^c=210-75=135$ л/сут;

U - общее число потребителей в здании.

СП 30.13330.2016

Таблица А.2 - Нормы расхода воды в зданиях жилых, общественного и промышленного назначения

Потребители	Измеритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодной или горячей $q_0^c \cdot q_0^h$ ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
			общая (в том числе горячей) $q_{m,u}^{tot}$	горячей $q_{m,u}^h$ при $t^h = 65^\circ\text{C}$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$ при $t^h = 65^\circ\text{C}$		
1 Жилые здания								
...То же, с централизованным горячим водоснабжением	1 житель	1,15	210	75,0	11,6	6,5	0,3 (300)	0,2 (200)

* например, $q_m^c=(135*300)/(1000*24)=1,6875$ м³/час.

Подбираем счетчик по эксплуатационному расходу (табл. 4)–предварительно принимаем диаметр условного прохода 20мм, эксплуатационный расход–2м³/час. Гидравлическое сопротивление счетчика $S=5,18$ л/с.

Таблица 4

Характеристики счетчиков воды							
Тип счетчика	Диаметр условного прохода счетчика, мм	П а р а м е т р ы					
		Эксплуатационный расход воды, м³/ч	Расчетные среднесуточные расходы воды, м³/сут	Порог чувствительности, м³/ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м³	Гидравлическое сопротивление счетчика S при расходе	
1	2	3	4	5	6	7 м³/ч	8 л/с
Крыльчатые ГОСТ 16019-83	15	1,2	3-10	0,015	45	1,11	14,4
	20	2	9-25	0,025	70	0,4	5,18
	25	2,8	24-35	0,035	100	0,204	2,6
	32	4	34-50	0,05	140	0,1	1,3
	40	6,4	49-78	0,08	230	0,039	0,5
	50	12	77-150	0,15	450	0,011	0,143

2. Потери напора в счетчике холодной воды определяются по формуле:

$$h = S \cdot (q^c)^2, \tag{3.7}$$

где q^c - расчетный расход (расход на вводе, из табл. 2 гидравлического расчет), л/с;
 S - гидравлическое сопротивление счетчика.

**например (продолжение примера*)

$$h = 5,18 \cdot 1,4^2 = 10,15 \text{ м} > 5 \text{ м},$$

так как потери напора при пропуске воды на хозяйственно-питьевые нужды в крыльчатых счетчиках не должны превышать 5 м, то необходимо увеличить диаметр счетчика и пересчитать потери напора.

Принимаем счетчик Ø25мм, $S = 2,6 \text{ л/с}$, $h = 2,6 \cdot 1,4^2 = 5,096 > 5 \text{ м}$.

Принимаем счетчик Ø32мм, $S = 1,3 \text{ л/с}$, $h = 1,3 \cdot 1,4^2 = 2,548 < 5 \text{ м}$ что соответствует условию.

Согласно п. 7.2.12 «Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать по среднечасовому расходу воды за период потребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный расход по паспорту».

Эксплуатационный расход по паспорту для счетчика Ø32мм составляет 4м³/час (табл.4) и не превышает определенный ранее расход $q_m^c = 1,6875 \text{ м}^3/\text{час}$.

(Для дальнейших расчетов запомним потери напора в счетчике $h = h_{сч} = 2,548 \text{ м}$)

Пример компоновки водомерного узла приведен на рис. 9.

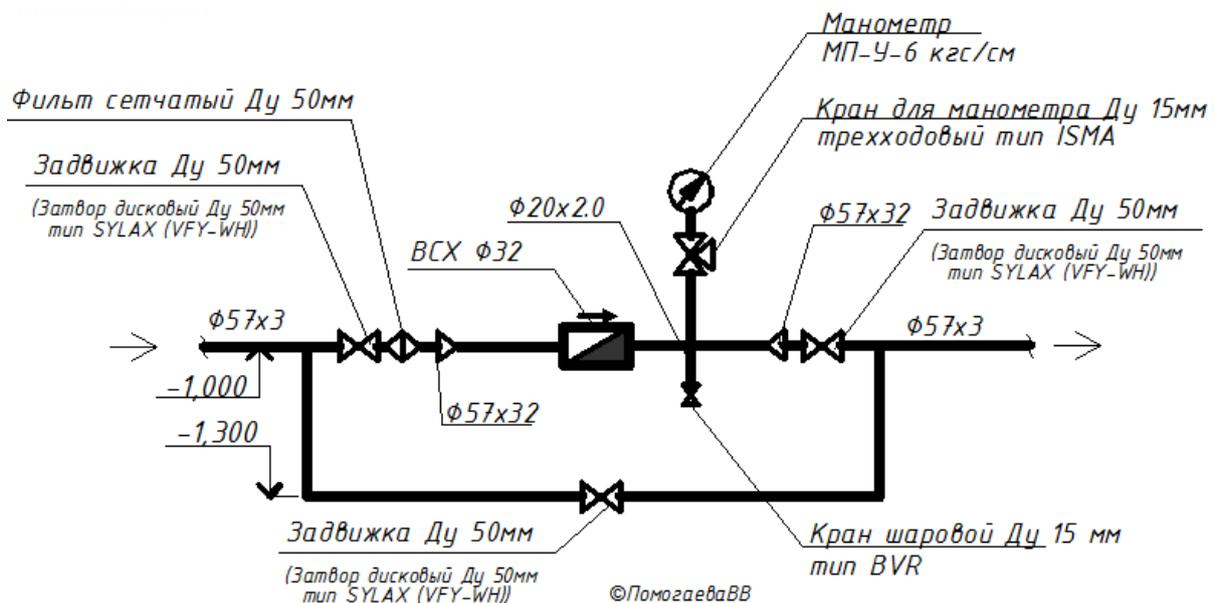


Рис. 9.

III Определение требуемого напора

П. 3.4. МУ 333. Требуемый напор $H_{тр}$ определяется для подачи воды до диктующей точки, т.е. должна обеспечиваться бесперебойная подача воды всем потребителям. Его величина определяется в час максимального водопотребления.

Требуемый напор $H_{тр}$ определяют по формуле (3.8):

$$H_{тр} = H_{геом} + \sum_1^i H_{totl_i} + H_f, \quad (3.8)$$

где $H_{геом}$ - геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса или ввода в здание до требуемого (диктующего) санитарно-технического прибора;
 H_f - свободный напор, м, у диктующего санитарно-технического прибора, принимаемый по табл. 1 МУ.

$\sum_1^i H_{totl_i}$ - потери напора в сети, м.

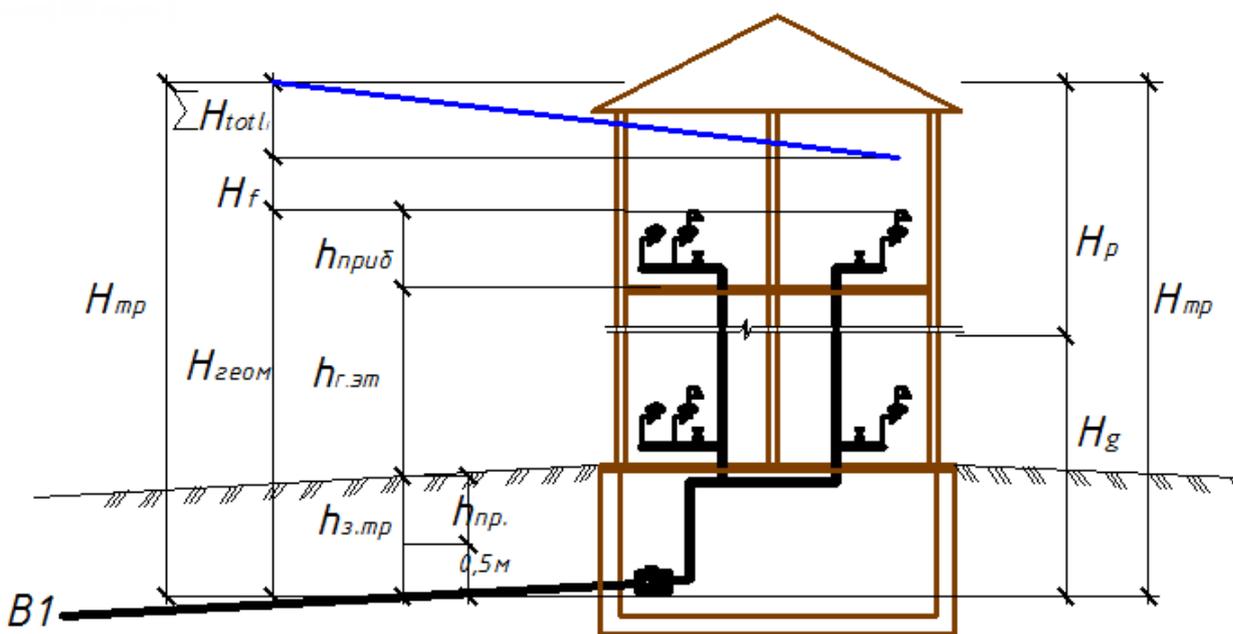


Рис. 10 а)

Рис. 10 б)

$$H_{геом} = h_{з.тр} + h_{г.эт.} + h_{приб} \quad (\text{рис.10 а)}$$

$H_{геом}$ - геометрическая высота подачи воды складывается из:

- глубины заложения трубопровода $h_{з.тр.} = h_{пр} + 0,5$ ($h_{пр}$ - глубина промерзания, дана в задании);
- высоты от земли у насосной станции (дома) до пола верхнего этажа, определяемой по отметкам $h_{г.эт.} = Z_{эт} - Z_{зем}$

где $Z_{эт}$ высотная отметка последнего этажа, определяемая по формуле:

$$Z_{эт} = Z_{1эт} + (n-1) \cdot h$$

$Z_{1эт}$ - высотная отметка первого этажа;

n - количество этажей в доме;

h - высота этажа с учетом перекрытия, $h=3\text{м}$.

$Z_{зем}$ - высотная отметка земли.

- $h_{приб}$ - высота расположения диктующего прибора над уровнем пола последнего этажа (0,85м - смеситель, 2м - душевая сетка);

$\sum_1^i H_{tot,i} = \sum H_i(1+k) + h_{сч}$ суммарные потери напора от ввода водопроводной сети до

отметки диктующего прибора складываются из:

- суммарных потерь напора по длине (табл.2),
- местных потерь напора, учитывающихся через коэффициент $k=0,3$
- потерь напора в счетчике определенных по формуле 3.7 ($h_{сч}$).

H_f - свободный напор, м, у диктующего санитарно-технического прибора, принимаемый по табл. 1, $H_f=3$ м или по примечаниям к таблице А.1 СП «свободный напор принимается по паспорту смесителя, крана и т. д., по ГОСТ 19681-2016 "Арматура санитарно-техническая водоразборная. Общие технические условия" табл. 1 - не менее 10 м».

Таким образом мы определили требуемый напор $H_{тр}$ для подачи воды в дом. Следующим этапом является определение необходимости установки повысительной насосной станции.

IV Расчет повысительных насосных установок

П. 3.5. МУ 333. Повысительная насосная установка требуется, в случае если напора в городской сети (H_g) недостаточно для подачи воды на последние этажи (рис.10 б)).

Гарантированный напор в городском водопроводе дан в задании в МПа. Переводим в м вод.ст. (1 МПа=101,97 м вод.ст, для упрощения расчетов можно принять 100м вод.ст.).

Полученная в п.3.4 величина требуемого напора сравнивается со значением гарантийного напора.

При $H_{тр} > H_g$ более чем на 2,0 м необходимо устройство повысительной насосной станции (ПНС).

Требуемый (рабочий) напор повысительной насосной установки определяется по формуле (3.10):

$$H_p = H_{тр} - H_g ,$$

Или по формуле СП: $H_p = 1,2(H_{тр} - H_g)$ с коэффициента запаса - 1,2

Для системы внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода насос подбирается по производительности q^c (расчетный расход на вводе) и напору H_p . q^c расчетный расход на вводе необходимо перевести из л/с в м³/час.

При определении марки насоса в характеристиках приведены:

Q – подача (м³/час)- это q^c

H-напор (м) – это требуемый (рабочий) напор H_p

Например. Необходимо подобрать марку насоса при $Q=7,6$ м³/час и $H=48$ м.

По таблице, приведенной ниже, находим «подача» максимально близкое значение к 7,6 – это в нашем случае 8 м³/час.

Ниже приведены напоры, которые может развивать насос различных марок, при таком расходе (подаче). В нашем случае – это 50,9м.

Принимаем насос (1 рабочий и 1 резервный [должно быть всегда не менее двух насосов]) Boosta 40-10 05 с параметрами $Q=8,0$ м³/час, $H=50,9$ м, мощность двигателя $N=2,2$ кВт.

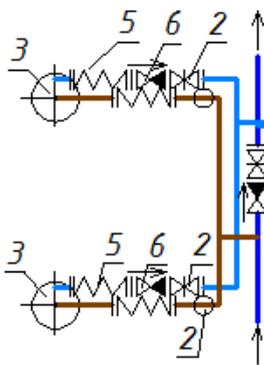
**Таблица гидравлических характеристик насосов Boosta 40-10, 50-15, 50-22
50 Гц, 2-полюсный (2900 об/мин)**

ТИП НАСОСА	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ [кВт]	Q = ПОДАЧА [м³/ч]												
		0	5,0	6,0	8,0	10,2	11,0	14,0	16,2	19,8	21,0	24,0	25,8	27,6
		H = НАПОР [м]												
40-10 01	0,75	11,8	11,2	10,9	9,9	8,3	7,6	4,3						
40-10 02	0,75	23,6	21,9	21,3	19,6	17,0	15,8	10,0						
40-10 03	1,1	35,7	33,0	32,1	29,6	25,8	24,1	16,0						
40-10 04	1,5	47,7	44,2	43,0	39,9	34,8	32,6	21,7						
40-10 05	2,2	60,0	56,1	54,7	50,9	44,9	42,2	29,0						
40-10 06	2,2	71,8	66,8	65,0	60,4	53,1	49,8	33,9						
40-10 07	3	83,6	78,3	76,2	70,8	62,1	58,3	39,8						
40-10 08	3	95,3	88,9	86,5	80,1	70,2	65,7	44,5						
40-10 09	4	106,3	100,1	97,5	90,8	80,0	75,1	52,1						
40-10 10	4	118,0	110,8	107,9	100,3	88,2	82,8	57,2						
40-10 11	4	129,6	121,3	118,1	109,6	96,3	90,3	62,1						
40-10 13	5,5	156,0	146,5	142,7	132,6	116,4	109,2	74,3						
40-10 15	5,5	179,5	167,9	163,4	151,6	132,8	124,3	83,9						
40-10 17	7,5	205,0	193,2	188,5	175,7	154,7	145,2	98,8						
40-10 18	7,5	216,9	204,2	199,1	185,5	163,2	153,1	104,0						
40-10 20	7,5	240,6	226,0	220,3	205,0	180,2	168,9	114,3						
40-10 21	11	253,6	241,0	235,5	220,2	195,0	183,5	127,5						

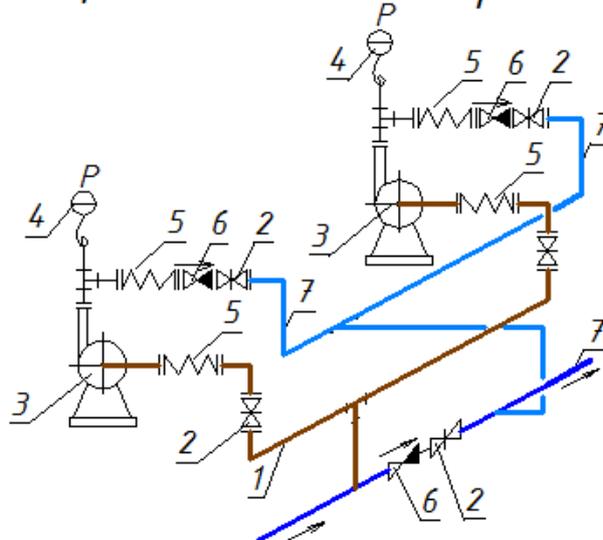
Ссылка на сайт с максимальным количеством насосов Boosta

http://www.hms-livgidromash.ru/upload/iblock/25c/gidravlicheskie_kharakteristiki_i_gabarity.pdf

План насосной станции



АксонOMETрическая схема



- 1- всасывающий трубопровод насоса; 2- запорное устройство (задвижка);
- 3- насос К8/18а; 4- манометр; 5- вибровставка; 6- обратный клапан;
- 7- напорный трубопровод

Можно подбирать другие марки насосов из таблиц, приведенных ниже или в интернете. Подбираем так же по расходу (подаче) и напору.

МАРКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСОВ KORDIS (КОРДИС)

Марки	Подача, м ³ /ч, не менее	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Частота вращения, об/мин
KR,KRM 50-32-125.1	9	6	0.37	1500
KR,KRM 50-32-125.1	8	4.5	0.25	1500
KR,KRM 50-32-125.1	7	3	0.25	1500
KR,KRM 50-32-160.1	10	9	0.55	1500
KR,KRM 50-32-160.1	9	7	0.37	1500
KR,KRM 50-32-160.1	8	5	0.25	1500
KR,KRM 50-32-160	13	8	0.55	1500
KR,KRM 50-32-160	12	6	0.37	1500
KR,KRM 50-32-160	10	4	0.25	1500
KR,KRM 50-32-200.1	17	48	5.5	3000
KR,KRM 50-32-200.1	16	39	4	3000
KR,KRM 50-32-200.1	15	31	3	3000
KR,KRM 50-32-200.1	8	12	0.75	1500
KR,KRM 50-32-200.1	7	10	0.55	1500
KR,KRM 50-32-200.1	6	9	0.37	1500
KR,KRM 50-32-200	14	14	1.5	1500
KR,KRM 50-32-200	12	12	1.1	1500
KR,KRM 50-32-200	10	8	0.55	1500
KR,KRM 50-32-250.1	9	20	1.5	1500
KR,KRM 50-32-250.1	8	15	1.1	1500
KR,KRM 50-32-250.1	7	11	0.75	1500

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСОВ К, 1К :

Марки	Подача (номин.), м ³ /ч	Напор, м	Давление на входе в насос, кгс/см ² , не более	Мощность потребляемая насосом (макс.), кВт	Частота вращения, об/мин	Частота вращения, с ⁻¹	КПД насоса, %
К 8/18	8	18	2.5	1.2	2900	48	53
1К 8/18	8	18	2.5	1.2	2900	48	53
К 20/30	20	30	2.5	3.5	2900	48	64
KM 50-32-125a	10	16	3.5	1.5	2900	48	56
KM 65-50-125	25	20	3.5	4	2900	48	66

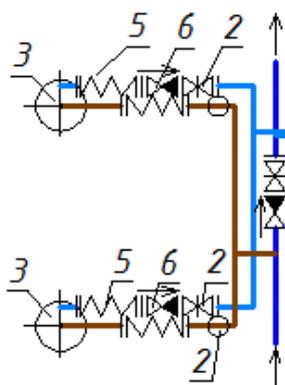
Обвязка насосов

Установка повышения давления

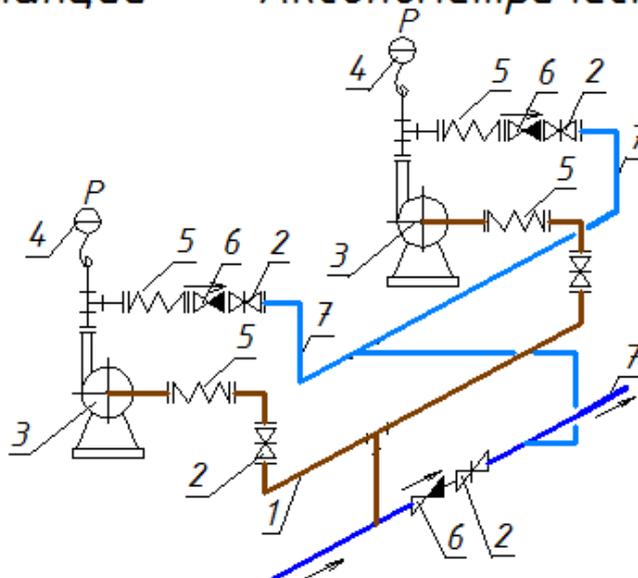


<http://arma36.ru>

План насосной станции



АксонOMETРИЧЕСКАЯ схема



1- всасывающий трубопровод насоса; 2- запорное устройство (задвижка);
3- насос К8/18а; 4- манометр; 5- вибровставка; 6- обратный клапан;
7- напорный трубопровод