

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Майкопский государственный технологический
университет»

технологический факультет

Кафедра строительных и общепрофессиональных дисциплин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсовой работы

по дисциплине «Противопожарное водоснабжение»

для студентов специальности 20.05.01 Пожарная безопасность

очной и заочной формы обучения

Майкоп 2015

ББК 8.96

М - 83

Печатается по решению НТС технологического

Факультета ФГБОУ ВПО «МГТУ»

Майкопский государственный технологический университет, 2015

Составители: кандидат биологических наук, доцент **О.Ю. Борсук**

Рецензент: канд.тех. наук. Хутыз А.М.

Борсук О.Ю.

М - методические указания по выполнению курсовой работы

по дисциплине «Противопожарное водоснабжение» для студентов специальности 20.05.01 Пожарная безопасность очной и заочной формы обучения / О.Ю. Борсук. – Майкоп: изд-во Григоренко, 2015 -35 с.

В методическом пособии изложены общие требования к курсовой работе и методика её выполнения с примерами гидравлического расчета.

УДК [614.84:628.1](07)

ББК 8.96

М-83

О.Ю. Борсук

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

| | |
|------------------------------------|---|
| Содержание и объем курсовой работы | 3 |
| Пояснительная записка | 3 |
| Графическая часть | 4 |
| Исходные данные | 5 |

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

| | |
|---|----|
| Краткая характеристика объекта. | 6 |
| Расчёт объёма и режима водопотребления | 7 |
| Определение расчетных расходов воды | 8 |
| Гидравлический расчёт водопроводной сети на пропуск хозяйственно-питьевого и производственного расхода воды. | |
| Гидравлический расчет водопроводной сети на пропуск расхода на пожаротушение (в час максимального водопотребления). | 19 |
| Расчет водопроводной башни | 21 |
| Порядок составления таблицы | 22 |
| Определение неприкосновенного запаса воды | 25 |
| Определение основных параметров водонапорной башни | 25 |
| Расчёт неприкосновенного запаса в резервуарах чистой воды | 26 |
| Подбор насосов на насосной станции II подъёма | 27 |
| Приложения | 29 |
| Список литературы | 34 |

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы противопожарного водоснабжения всегда решаются комплексно с вопросами общего водоснабжения, которое является одной из важнейших отраслей народного хозяйства. Наряду с развитием водоснабжения населения, производственных предприятий происходит улучшение и противопожарного водоснабжения.

Большинство населенных пунктов и промышленных предприятий оборудуются объединенным хозяйственно–противопожарным водопроводом, а в наиболее пожароопасных зданиях и сооружениях устраиваются специальные внутренние противопожарные водопроводы.

Настоящая разработка ставит своей целью глубже изучить дисциплину и усвоить основы методики проектирования расчета устройств противопожарного водопровода.

Во время выполнения курсовую работу необходимо научиться правильно:

- применять теоретические знания по проверке систем противопожарного водопровода, полученные при изучении дисциплины;
- самостоятельно использовать действующую нормативно–техническую литературу;
- выполнять технические расчеты;
- графически выполнять результаты расчетов.

В учебно-методической разработке содержатся исходные данные и методические указания по выполнению курсовую работу, приведена методика его выполнения.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Содержание и объем курсовую работу

Перед выполнением курсовую работу необходимо изучить задание, выписать исходные данные и на их основе составить краткую характеристику объекта, для обслуживания которого предназначен объединенный водопровод. Выполненный курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка

Пояснительная записка должна содержать расчет и развернутые пояснения к ним с обязательной ссылкой на требования действующих норм. Она оформляется на стандартных листах писчей бумаги и должна составлять по объему 15 – 20 листов. По содержанию рекомендуется включать в пояснительную записку следующие вопросы:

1. Краткая характеристика объекта.
2. Расчет объема и режима водопотребления.

3. Определение расчетных расходов воды.
4. Гидравлический расчет водопроводной сети на пропуск расхода в час максимального водопотребления.
5. Гидравлический расчет водопроводной сети на пропуск расхода на пожаротушение (в час максимального водопотребления).
6. Регулирование неравномерности водопотребления.
7. Расчет неприкосновенного запаса воды.
8. Противопожарные требования к насосным станциям.

По тексту пояснительной записки должны быть показаны схемы подготовки к гидравлическому расчету и увязанной водопроводной сети, а также график совместной работы НС – II и водопроводной сети. Страницы, таблицы и рисунки в тексте должны быть пронумерованы. В конце пояснительной записки приводится список литературы и дается содержание записки.

Графическая часть

Графическая часть курсовую работу выполняется на листе чертежной бумаги формата А-1. В состав графической части должны входить:

- схема увязанной водопроводной сети на пропуск хозяйственно-питьевого и противопожарного расхода;
- план и разрез насосной станции II подъема с расчетным количеством насосов (тип, марка, и все размеры насосов должны соответствовать расчету);
- графически водопотребления при различных режимах работы насосной станции II подъема;
- схема водопроводной башни (размеры башни должны соответствовать расчету);
- узел насосной станции с резервуарами чистой воды;
- таблица технических данных выбранных насосов.

Чертеж должен содержать поясняющие надписи, расчетные данные, чтобы была возможность читать его, не прибегая к использованию пояснительной записки.

Примечание: студент обязан иметь к следующему занятию полностью выполненный объем работы предыдущего.

Исходные данные

Произвести расчет объединенного противопожарного и хозяйственно-питьевого водопровода населенного пункта и производственного предприятия. Характеристика населенного пункта и предприятия даны в индивидуальном задании, выдаваемом каждому студенту, там же указана степень благоустройства жилых зданий населенного пункта квартирного типа, с водопроводом, канализацией и ванными с водонагревателями, работающими на газовом топливе. Производственное предприятие подключено к

водопроводной сети в точке 5.

Выбор исходных величин из таблицы производится согласно номеру шифра на выполнение курсовую работу, который задается каждому студенту преподавателем.

Примечание: для ориентировки ниже приводится примерный порядок выполнения курсовую работу по шифру N. X.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВУЮ РАБОТУ

Краткая характеристика объекта.

По шифру N..X для расчета принимается 1й вариант схемы водопроводной сети. Рельеф местности, на котором проектируется водопроводная сеть, спокойный. Наблюдается возвышение от точки ввода в сеть (точка 3) по ходу движения ее сети.

Населенным пунктом, для которого рассчитывается объединенный водопровод, является поселок с населением 15,4 тыс. чел. В нем преобладает застройка высотой 2 этажа. Квартиры жилых зданий оборудованы водопроводом, канализацией и ванными с газовыми водонагревателями.

Водопровод одновременно должен обеспечить водой производственное помещение, расположенное в юго-восточной части поселка, на территории площадью 30га. Расчетный расход воды на предприятии в час максимального водопотребления составляет 14,7 л/с и отбирается в узле 5 как сосредоточенный.

Наибольшую пожарную опасность на производственном предприятии представляет здание, которое характеризуется следующими величинами:

объем здания 8,3 тыс. м³; категория помещения по пожарной опасности – В; степень огнестойкости – III.

Длина отдельных участков водопроводной сети

| | | | | | | | | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Номер участка | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4 5 | 5-6 | 6-7 | 7-1 | 2-5 |
| Длина, М | 310 | 725 | 320 | 725 | 170 | 280 | 450 | 320 |

Насосную станцию второго подъема (НС-II), которая будет подавать воду в сеть, предлагается расположить рядом с очистными сооружениями. Расстояние от НС-II до точки ввода воды в сеть 3500 м. Разность геодезических отметок между НС-II и точкой ввода+5 м.

Расчёт объёма и режима водопотребления

Объединённый водопровод должен обеспечивать расход воды для хозяйственно-питьевых и производственных нужд.

Суточные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды и коэффициент часовой неравномерности водопотребления для населённых мест зависят от степени благоустройства районов жилой застройки и определяются п.2.1.

При застройке населённого пункта зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, канализацией и местными водонагревателями, норма среднесуточная (за год) хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя составит 150-230 л/сут. Для расчёта принимаем $q_{ж} = 187,5 \text{ л/сут}$.

Расчётный суточный расход воды $Q_{\text{сут.ср.}}$ на хозяйственно-питьевые нужды жителей населённого пункта составит:

$$Q_{\text{сут.ср.}} = \frac{q_{ж} \cdot N_{ж}}{1000} = \frac{187,5 \times 15400}{1000} = 2830 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Согласно примечания, 1 к таблице 1 по (1) количество воды на нужды местной промышленности и неучтённые расходы допускается принимать дополнительно в размере 10-20% от расхода на хозяйственно питьевые нужды.

$$Q_{\text{сут.ср.}} = 2880 \times 0,1 = 288 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Суммарный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения составит:

$$Q_{\text{сут.ср.}} = 2880 + 288 = 3168 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расчётные расходы воды в сутки наибольшего водопотребления определяется:

$$Q_{\text{сут.мах.}} = K_{\text{сут.мах.}} \times Q_{\text{сут.ср.}} = 1,2 \times 3168 = 3801,6 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

где: $K_{\text{сут.мах.}}$ – коэффициент суточной неравномерности водопотребления.

Принимается $K_{\text{сут.мах.}} = 1,1 - 1,3$

Определяем расчетный часовой расход воды:

$$q_{\text{ч.мах.}} = \frac{K_{\text{час.мах.}} \times Q_{\text{сут.мах.}}}{24} = \frac{1,5 \times 3801,6}{24} = 237,6 \text{ м}^3 / \text{час}$$

где: $K_{\text{час.мах.}}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления определяется из выражения:

$$K_{\text{час.мах.}} = \alpha_{\text{мах.}} \times \beta_{\text{мах.}} = 1,25 \times 1,2 = 1,5$$

где: α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режима работы предприятий другие местные условия, принимаются по [1], табл. 2

β – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаются по [1], табл.2

Определение расчетных расходов воды

Водопроводная сеть должна быть рассчитана на работу при максимальной нагрузке. Наибольший расход воды в военном городке в час максимального водопотребления составит:

$$Q_{\text{хл.}} = \frac{237,6 \times 1000}{3600} = 66,0 \text{ л/с}$$

Расход воды на производственном предприятии по заданию составляет: $Q_{\text{пр}}=14,7 \text{ л/с}$

Таким образом, в час максимального водопотребления водопровод должен обеспечить расход: $Q=Q_{\text{пр}}+Q_{\text{хл}}=14,7+66=80,7 \text{ л/с}$

Предполагается, что в течении часа отбирается равномерно.

Определяем расчетное количество одновременных пожаров и расчетные расходы воды на наружное внутреннее пожаротушение.

Согласно (1) п.2.23 при площади территории производственного предприятия до 150 га, число жителей в населённом пункте свыше 10 до 25 тыс. человек принимаем два пожара (один на предприятии и один в населённом пункте).

Расчётный расход воды на наружное пожаротушение в населённом пункте определяется согласно (1) табл.5 по численности населения и этажности застройки независимо от степени огнестойкости здания.

При застройке зданиями высотой до двух этажей и численности населения 15,4 тыс. человек расчётный расход воды на наружное пожаротушение на один пожар составит $Q_{\text{н}}=10 \text{ л/с}$. Внутреннее пожаротушение для жилых зданий данной этажности согласно (2) таб.1 не предусматривается.

Расчётный расход воды на наружное пожаротушение на производственном предприятии определяется по степени огнестойкости, категории помещений по пожарной опасности и

объёму этого здания, для тушения пожара в котором требуется наибольший расход (для диктующего здания).

По заданию наибольшую пожарную опасность представляют здания III степени огнестойкости с категорией помещений "В" объёмом 8,3 тыс.м³.

Расчётный расход воды на наружное пожаротушение через гидранты согласно(1) табл.7 составит $Q_H=20$ л/с.

Кроме того, при пожаре на производственном предприятии тушение будет осуществляться от пожарных кранов. Согласно (2) табл.2 для внутреннего пожаротушения должна быть обеспечена одновременная работа двух струй производительностью по 5 л/с каждая.

Расход воды на внутреннее пожаротушение составит:

$$Q_{вн}=2 \times 5 = 10 \text{ л/с}$$

Общий расход воды для наружного и внутреннего пожаротушения должен быть

$$Q_{\text{пож}}=Q_H+Q_H+Q_{вн}=10+20+10=40 \text{ л/с}$$

Гидравлический расчёт водопроводной сети на пропуск хозяйственно-питьевого и производственного расхода воды.

Основной задачей расчёта проектируемого наружного водопровода является обеспечение подачи воды к каждому зданию и сооружению в необходимом количестве и под соответствующим напором. Расчёт водопроводной сети ведётся из условия подачи, отвечающий наименьшим затратам на строительство и эксплуатацию. Расчёт водопровода необходим также не только для выбора диаметра труб и определения потерь напора в водопроводной сети, но и для установления напоров у насосной станции, подбора насосов определения высоты водонапорной башни в зависимости от потерь напора в водонапорной сети при подаче расчётных расходов к местам отбора.

Подготовка к гидравлическому расчёту начинается с распределения хозяйственно-питьевого расхода воды по узлам отбора. С этой целью определяем:

Удельный расход воды для рассчитываемой сети:

$$q_{уд} = \frac{Q_{\text{ит}}}{\Sigma l} = \frac{66}{3300} = 0,02 \text{ л/м} \times \text{с}$$

$$\Sigma l = l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4} + l_{4-5} + l_{5-6} + l_{6-7} + l_{7-1} + l_{2-5} = 310 + 725 + 320 + 725 + 170 + 280 + 450 + 320 = 3300 \text{ м}$$

Путевые расходы по участкам сети

| Номера участков | Расчётная формула | Расчётные величины | Путевой расход, л/с |
|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------------|
| 1-2 | $q_{1-2} = q_{уд} l_{1-2}$ | 0,02x310 | , |
| 2-3 | $q_{2-3} = q_{уд} l_{2-3}$ | 0,02x725 | 14,5 |
| 3-4 | $q_{3-4} = q_{уд} l_{3-4}$ | 0,02x320 | 6,4 |
| 4-5 | $q_{4-5} = q_{уд} l_{4-5}$ | 0,02x725 | 14,5 |
| 5-6 | $q_{5-6} = q_{уд} l_{5-6}$ | 0,02x170 | 3,4 |
| 6-7 | $q_{6-7} = q_{уд} l_{6-7}$ | 0,02x280 | 5,6 |
| 7-1 | $q_{7-1} = q_{уд} l_{7-1}$ | 0,02x450 | 9,0 |
| 2-5 | $q_{2-5} = q_{уд} l_{2-5}$ | 0,02x320 | 6,4 |

Проверка: $Q_{х.л.} = \sum q_{путевых} = 66 \text{ л/с}$

Во избежание арифметических ошибок проверка выполняется обязательно. Для получения удовлетворительного результата при проверке, удельный должен быть вычислен предельно точно. При получении незначительных расхождений путевые расходы следует округлять до десятых долей единицы с таким расчётом, чтобы выполнялось условие:

$$Q_{х.л.} = \sum q_{путевых}$$

Узловые расходы

| Номер узла | Расчётная формула | Расчётные величины | Узловой расход |
|------------|---|------------------------------|----------------|
| 1 | $q_1 = \frac{q_{1-7} + q_{1-2}}{2}$ | $\frac{9 + 6,2}{2}$ | 7,6 |
| | $q_2 = \frac{q_{1-2} + q_{2-3} + q_{2-5}}{2}$ | $\frac{6,2 + 14,5 + 6,4}{2}$ | 13,5 |
| 3 | $q_3 = \frac{q_{2-3} + q_{3-4}}{2}$ | $\frac{14,5 + 6,4}{2}$ | 10,5 |
| 4 | $q_4 = \frac{q_{3-4} + q_{4-5}}{2}$ | $\frac{6,4 + 14,5}{2}$ | 10,5 |
| 5 | $q_5 = \frac{q_{4-5} + q_{5-6} + q_{2-5}}{2}$ | $\frac{14,5 + 3,4 + 6,4}{2}$ | 12,1 |
| 6 | $q_6 = \frac{q_{5-6} + q_{6-7}}{2}$ | $\frac{3,4 + 5,5}{2}$ | 4,5 |
| 7 | $q_7 = \frac{q_{6-7} + q_{7-1}}{2}$ | $\frac{5,6 + 9,0}{2}$ | 7,3 |

Проверка: $\sum q_{узловых} = Q_{х.л.} = 66 \text{ л/с}$

Примечание: Для сокращения значности узловые расходы в узлах 3 и 5 округлены до

десятых долей единицы.

Расход воды на предприятии 14,7 л/с в узле 5.

Из схемы водопроводной сети видно, что наиболее трудных условиях будет работать узел №7. Этот узел наиболее удален от ввода и расположен в самой высокой точке. Поэтому узел №7 будем считать диктующей точкой сети (точкой схода воды).

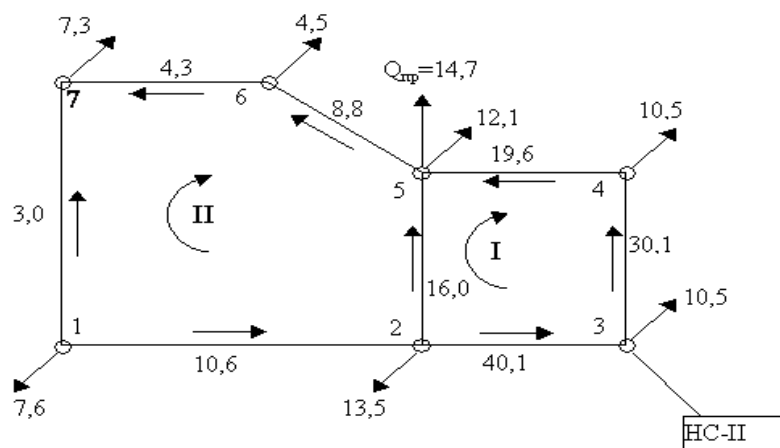
Из точки ввода в сеть (узел №2) в диктующую точку. Вода может поступать по трем наиболее вероятным направлениям, а именно:

I. 3 – 2 – 1 – 7

II. 3 – 2 – 5 – 6 – 7

III. 3 – 4 – 5 – 6 – 7

Эти направления по схеме обозначаем стрелами. Производим предварительное распределение расчетных расходов в сети, начиная с диктующей точки.



Так как по подаче воды в узлы подбираются диаметры труб по участкам, то подачу в узлы можно назвать условной пропускной способностью труб. Таким образом, оформляется расчётная схема "Подготовка к гидравлическому расчёту на пропуск хозяйственно-питьевого расхода". После составления расчётной схемы необходимо приступить к подбору диаметров труб. При выборе диаметров труб водоводов и водопроводных линий по расходам воды прежде всего исходят из технико-экономических соображений. Диаметры труб подбираются с использованием экономических скоростей движения воды и "Таблиц для гидравлического расчёта водопроводных труб". Учитывая, что расход воды для целей пожаротушения велик по сравнению с прочими с прочими расходами, при подборе диаметров труб необходимо использовать нижние границы экономических скоростей движения воды. Подобранные диаметры труб наносятся на расчётную схему и приступают к составлению таблицы "Гидравлический расчёт водопроводной сети на пропуск максимального хозяйственно-питьевого и производственного расхода".

| Гидравлический расчет водопроводной сети на пропуск максимального хозяйственно питьевого и производственных расходов | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------|------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------------|--------|-------------------|
| Номер кольца | Номер участка | Длина участка L, В р М | Расход на участке g л/сек.л | Диаметр труб d мм, | Скорость воды V м/сек | 1000 i | Потери напора Н в м | Поправочный расход Δg л/сек | Исправленный расход g ¹ л/сек | Скорость воды v ₁ М/сек | 1000 I | Потери напора в м |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. |
| I | 3-2 | 725 | 40,1 | 250 | 0,8 | 4,32 | +3,12 | -0,4 | 39,7 | 0,8 | 4,24 | +3,07 |
| | 2-5 | 320 | 16,0 | 200 | 0,5 | 2,42 | +0,78 | -0,4- 0,3 | 15,3 | 0,48 | 2,25 | +0,72 |
| | 5-4 | 725 | 19,5 | 250 | 0,6 | 3,5 | -2,54 | +0,4 | 20,0 | 0,62 | 3,63 | -2,63 |
| | 4-3 | 320 | 30,1 | 200 | 0,6 | 2,5 | -0,82 | +0,3 | 30,5 | 0,81 | 2,62 | -0,84 |
| Δh= 0,54 | | Δh=- +0,32 | | | | | | | | | | |
| II | 2-1 | 310 | 10,5 | 150 | 0,585 | 4,69 | +1,45 | +0,3 | 10,9 | 0,5 | 4,95 | +1,53 |
| | 1-7 | 450 | 3,0 | 100 | 0,37 | 3,44 | +1,55 | +0,3 | 3,3 | 0,4 | 4,08 | +1,84 |
| | 7-6 | 280 | 4,3 | 100 | 0,53 | 6,57 | -1,84 | -0,3 | 4,0 | 0,49 | 5,77 | -1,61 |
| | 6-5 | 170 | 8,8 | 125 | 0,69 | 8,14 | -1,38 | -0,3 | 8,5 | 0,67 | 7,64 | -0,78 |
| | 5-2 | 320 | 16,0 | 200 | 0,5 | 2,42 | -0,78 | -0,3- 0,4 | 15,3 | 0,48 | 2,25 | -0,72 |
| Δh= -1,0 54 | | Δh= -0,26 | | | | | | | | | | |

Рекомендации по составлению и расчету таблиц

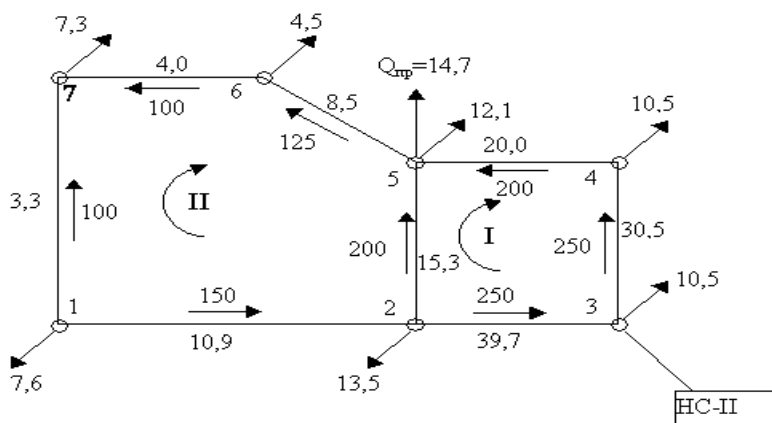
Гидравлический расчет сети является наиболее трудоемкой частью проекта. Большое количество цифр и вычислений требуют особого внимания.

Во избежание ошибок необходимо строго руководствоваться следующими правилами:

1. Заполнение таблицы для обоих колец проводят одновременно.
2. Заполнить графы 1 – 3, используя исходные данные задания, и графу 4, используя данные предварительного распределения потоков по направлениям.

3. С помощью таблиц для гидравлического расчета водопроводных труб заполняются графы 5, 6, 7.
4. Сделать перерасчет потерь напора для фактической длины каждого участка и занести в графу 8.
5. Определить невязку колеи. Если она окажется по абсолютной величине больше 0,5, вычислить поправочный расход.
6. Занести поправочный расход в графу 9 и определить его знак. Для определения знака поправочного расхода необходимо использовать знак невязки и знак потерь напора на участках кольца. Так, например, в первом кольце невязка с «плюсом». Это значит, что на участках, имеющих положительные потери напора, поправочный расход нужно вносить с «минусом», чтобы уменьшить сумму положительных потерь напора в кольце, а на участках с отрицательными потерями напора – с «плюсом», чтобы увеличить сумму отрицательных потерь напора. Общий участок имеет две поправки. Знаки поправок определяются по тому кольцу, для которого они вычислены (см. в таблице участок 5 – 2).
7. В графе 10 исправленный расход определяется как алгебраическая сумма значений графы 4 и графы 9.
8. Графы 11 – 12 рассчитываются по аналогии с графами 6 – 8 (см. пункты 3 – 4).
9. Если после первого исправления желаемый результат не получен, необходимо выполнить последующие исправления до получения невязки в обоих кольцах меньше 0.5.

Окончательно вычисленные величины заносятся на расчетную схему увязанная водопроводная сеть на пропуск хозяйственно-питьевого и производственного расхода.



Далее определяются потери напора в сети по направлениям питания (от ввода к диктующей точке).

$$h_I = h_{3-2} + h_{2-1} + h_1 - 73,07 + 1,53 + 1,84 = 6,44 \text{ м}$$

$$h_{II} = h_{3-2} + h_{2-5} + h_{6-7} = 3,07 + 0,72 + 1,3 + 1,61 = 6,7 \text{ м} <$$

$$h_{III} = h_{3-4} + h_{4-5} + h_{5-6} + h_{6-7} = 0,84 + 2,63 + 1,3 + 1,61 = 6,38 \text{ м}$$

Средние потери напора в сети определяются:

$$h_{\text{сети}} = (h_{\text{I}} + h_{\text{II}} + h_{\text{III}}) / n = (6,44 + 6,76 + 3,8) / 3 = 6,54 \text{ м}$$

Эта величина потерь напора в дальнейшем будет использована при расчете сооружений, работающих совместно с водопроводной сетью, это определение высоты водонапорной башни, а также подбора хозяйственных насосов станции II подъема.

Варианты задания

| | | | | |
|---------------------------------|----|---------------------------|----|----|
| Принимаем по первой цифре шифра | Pa | Принимаем по второй цифре | Ва | Вг |
|---------------------------------|----|---------------------------|----|----|

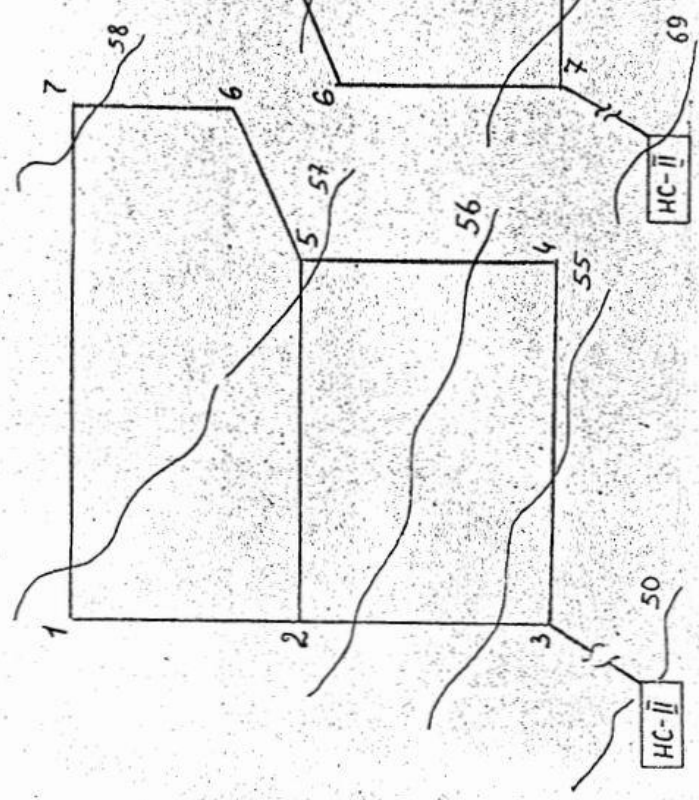
| Первая цифра шифра | Характеристика населенного пункта | | Характеристика предприятия и диктующего производственного здания | | | | | шифра | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|----------------|---------|---------------------|-----------------------------------|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------|-----|----|--|
| | Численность населения тыс. чел | Преобладающая этажность застройки | Площадь территории | Расход воды на | Степень | Категория помещений | Объем здания в тыс м ³ | Длина участка водопроводной сети в метрах | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | L ₁₋₂ | L ₂₋ | L ₃₋₄ | L ₄₋₅ | L ₆₋₇ | L ₇₋₁ | L ₂₋₅ | | | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 4,0 | 3 | 20 | 7,0 | I | A | 3 | 800 | 1500 | 2000 | 1500 | 200 | 300 | 1900 | 400 | 1500 | 1500 | I | 30 | |
| 4,5 | 2 | 40 | 6,0 | II | A | 4 | 880 | 3000 | 2500 | 2200 | 250 | 280 | 4200 | 200 | 2200 | 200 | II | 29 | |
| 5,0 | 4 | 60 | 5,0 | III | Д | 5 | 900 | 3200 | 3300 | 2500 | 300 | 1200 | 4300 | 200 | 2500 | 200 | III | 28 | |
| 5,5 | 5 | 80 | 12,4 | IV | Г | 10 | 950 | 2800 | 2200 | 3000 | 250 | 1200 | 4300 | 200 | 2500 | 200 | IV | 27 | |
| 6,0 | 2 | 90 | 10,5 | V | Г | 12 | 1000 | 1600 | 2200 | 2500 | 1600 | 1800 | 4100 | 200 | 2200 | 200 | I | 25 | |
| 6,5 | 4 | 100 | 9,8 | I | Г | 22 | 1050 | 3100 | 2200 | 2400 | 250 | 2900 | 4100 | 200 | 2400 | 200 | II | 25 | |
| 7,0 | 5 | 160 | 10,6 | II | Б | 2 | 1060 | 3100 | 2200 | 2500 | 280 | 1500 | 4300 | 200 | 2500 | 200 | III | 2 | |
| 7,5 | 9 | 30 | 12,0 | III | В | 4 | 1110 | 2900 | 5000 | 4000 | 3500 | 2000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | IV | 23 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|------|-----|---|----|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|----|--|
| | | | | | | | | 0 | 0 | | | | 0 | | 0 | | | |
| 8,0 | 12 | 40 | 14,0 | IV | Б | 6 | 1150 | 4000 | 240 | 40 | 500 | 350 | 2000 | 4000 | 4000 | I | 22 | |
| 9,5 | 9 | 50 | 14,6 | V | Б | 10 | 1200 | 7000 | 5000 | 420 | 520 | 710 | 3400 | 8000 | 3400 | II | 21 | |
| 9,0 | 12 | 140 | 15,0 | I | Б | 22 | 1250 | 4800 | 5200 | 380 | 510 | 250 | 3200 | 6000 | 3800 | III | 20 | |
| 9,5 | 5 | 100 | 20,0 | II | Г | 25 | 1300 | 1800 | 5100 | 380 | 510 | 250 | 3200 | 6500 | 3800 | IV | 19 | |
| 10 | 2 | 30 | 13,0 | III | Д | 20 | 1350 | 1800 | 3500 | 400 | 350 | 480 | 1200 | 7000 | 4000 | I | 18 | |
| 12 | 2 | 40 | 14,0 | IV | Д | 6 | 1400 | 3200 | 1200 | 250 | 210 | 270 | 2900 | 4500 | 2100 | II | 17 | |
| 14 | 4 | 50 | 12,5 | V | Д | 12 | 1450 | 3800 | 2500 | 300 | 260 | 00 | 1600 | 2600 | 4800 | III | 16 | |
| 16 | 5 | 60 | 14,6 | I | А | 8 | 1500 | 2900 | 2500 | 250 | 325 | 410 | 1100 | 5100 | 5200 | IV | 15 | |
| 18 | 2 | 70 | 17,5 | II | Б | 40 | 1550 | 3100 | 3000 | 150 | 290 | 180 | 1000 | 8100 | 1500 | I | 14 | |
| 20 | 4 | 80 | 18,0 | III | А | 48 | 1600 | 3800 | 3500 | 480 | 450 | 520 | 5000 | 6100 | 9100 | II | 13 | |
| 22 | 5 | 90 | 18,6 | IV | А | 42 | 1650 | 4800 | 2700 | 400 | 520 | 620 | 7000 | 7200 | 8200 | II | 12 | |
| 24 | 9 | 100 | 19,0 | V | Б | 18 | 1700 | 8000 | 4800 | 880 | 600 | 820 | 8200 | 9400 | 9200 | IV | 11 | |

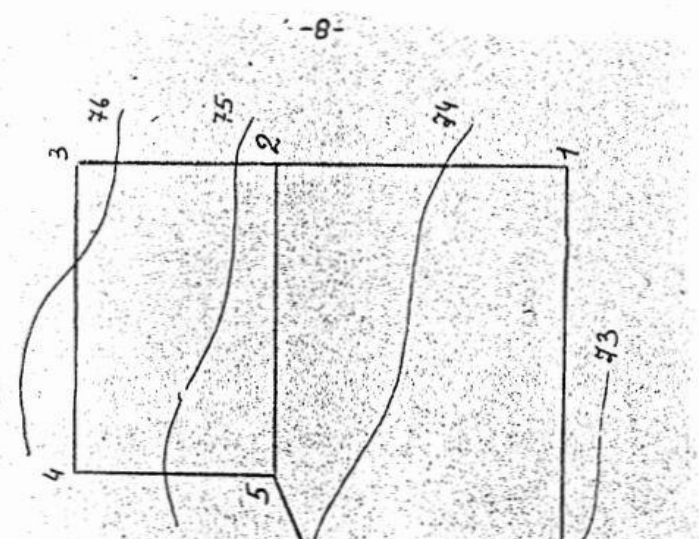
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---------|-----------|-----|---|----|----------|-------------|-------------|---------|-----|---------|-------------|---------|-------------|-----|----|
| 26 | 10 | 12 0 | 19, 5 | I | Г | 18 | 17 50 | 6 1 0 | 4 5 0 | 62 0 | 640 | 65 0 | 6 1 0 | 62 0 | 6 3 0 | I | 10 |
| 28 | 12 | 18 0 | 20, 0 | II | Г | 12 | 18 00 | 5 1 0 | 8 8 0 | 54 0 | 550 | 62 0 | 6 2 0 | 63 0 | 6 4 0 | II | 9 |
| 30 | 9 | 20 0 | 23 0,5 | III | Д | 22 | 18 0 | 7 1 0 | 6 2 0 | 74 0 | 750 | 81 0 | 7 2 0 | 73 0 | 7 4 0 | III | 8 |
| 32 | 12 | 16 5 | 22, 0 | IV | Д | 28 | 19 00 | 2 2 0 | 2 3 0 | 24 0 | 250 | 28 0 | 2 8 0 | 24 0 | 2 8 0 | IV | 7 |
| 34 | 5 | 16 0 | 21, 0 | V | В | 35 | 19 50 | 3 1 0 | 2 8 0 | 29 0 | 180 | 16 0 | 1 3 0 | 71 0 | 1 2 0 | I | 6 |
| 38 | 9 | 60 | 13, 0 | I | В | 12 | 20 00 | 3 2 0 | 4 3 0 | 45 0 | 520 | 60 0 | 5 1 0 | 84 0 | 1 8 0 | II | 5 |
| 38 | 2 | 70 | 13, 3 | II | А | 8 | 20 50 | 4 8 0 | 4 2 0 | 35 0 | 400 | 35 0 | 3 6 0 | 58 0 | 3 5 0 | III | 4 |
| 40 | 5 | 60 | 12, 2 | III | А | 46 | 21 00 | 3 9 0 | 4 2 5 | 35 0 | 425 | 40 0 | 3 6 0 | 61 0 | 3 5 0 | IV | 3 |
| 42 | 9 | 10 0 | 9,8 | IV | В | 12 | 21 50 | 1 9 0 | 2 2 5 | 35 0 | 225 | 10 0 | 5 0 0 | 50 0 | 2 5 0 | I | 2 |
| 45 | 10 | 12 0 | 8,6 | V | В | 20 | 22 00 | 2 8 0 | 2 0 0 | 25 0 | 200 | 25 0 | 2 6 0 | 36 3 | 1 6 0 | II | 1 |

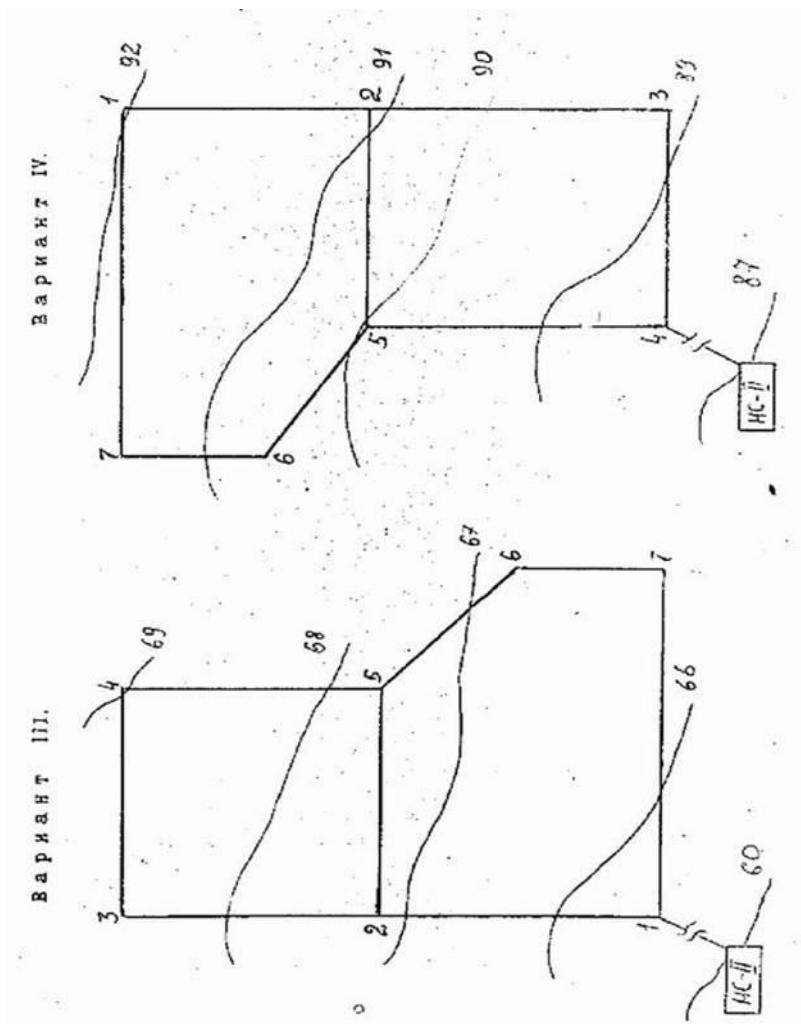
РАСЧЁТНЫЕ СХЕМЫ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Вариант I.



Вариант II.





Далее определяются потери напора в сети по направлениям питания (от ввода к диктующей точке).

$$h_I = h_{3-2} + h_{2-1} + h_1 - 73,07 + 1,53 + 1,84 = 6,44 \text{ м}$$

$$h_{II} = h_{3-2} + h_{2-5} + h_{6-7} = 3,07 + 0,72 + 1,3 + 1,61 = 6,7 \text{ м} <$$

$$h_{III} = h_{3-4} + h_{4-5} + h_{5-6} + h_{6-7} = 0,84 + 2,63 + 1,3 + 1,61 = 6,38 \text{ м}$$

Средние потери напора в сети определяются:

$$h_{\text{сети}} = (h_I + h_{II} + h_{III}) / n = (6,44 + 6,7 + 6,38) / 3 = 6,54 \text{ м}$$

Эта величина потерь напора в дальнейшем будет использована при расчете сооружений, работающих совместно с водопроводной сетью, это определение высоты водонапорной башни, а также подбора хозяйственных насосов станции II подъема.

Гидравлический расчет водопроводной сети на пропуск расхода на пожаротушение (в час максимального водопотребления).

При отборе из сети расхода на пожаротушение общий расход воды составит:

$$80,7 + 40 = 120,7 \text{ л/с}$$

Учитывая, что расход возрос, увеличатся и потери напора водопроводной сети.

Диаметры труб водопроводной сети, определенные с учетом экономических требований при хозяйственно-питьевых и производственного расхода, должны быть проверены на пропуск по ним увеличенных расходов во время.

Проверочным расчетом определяется, могут ли трубы принятых диаметров пропустить дополнительное количество воды для тушения пожара с учетом максимального расхода на другие нужды. При этом скорость движения воды по трубам не должна превышать 2,5 м/с. При больших скоростях необходимо на данных участках заменить трубы на больший диаметр. В отдельных случаях при больших потерях напора на каком-либо из расчетных участков можно увеличить диаметры труб даже при скоростях меньше допустимой.

Привязку расходов воды на тушение пожаров к узлам необходимо производить с учетом количества одновременных пожаров и места тушения, но, как правило, диктующей точке. Поэтому расходы на пожаротушение на расчетной схеме наносим следующим образом:

- узел 7 – 10 л/с на тушение от гидрантов одного расчетного пожара в поселке;
- узел 5 – 10 л/с на наружное и внутреннее тушение на производственном предприятии. С учетом изменений, внесенных в схему, производится распределение расходов по потокам с соблюдением баланса в узлах после чего составляется расчетная схема и таблица гидравлического расчета. Проверочный расчет ведется в том же порядке, что и основной.

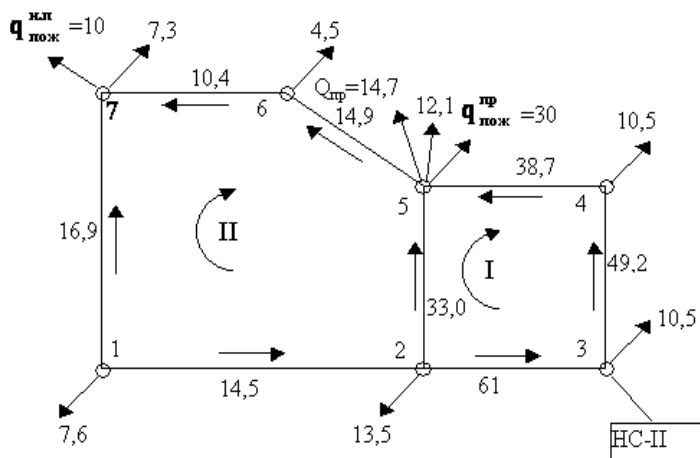


Схема: предварительного распределения водопроводной сети

Гидравлический расход водопроводной сети на пропуск расхода на пожаротушение (в час максимального водопотребления)

| Номер кольца | Номер участка | Длина участка L, В р М | Расход на участке 7,6,5 л/сек.л | Диаметр труб d мм, | Скорость воды V м/сек | 1000 i | Потери напора Н в м | Первое исправление | | | | | Второе исправление | | | | | |
|--------------------|---------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|------------|---------------|---------------------|---------------------|--------------|------------|---------------|---|
| | | | | | | | | Δg_1 л\с | Δg_1 л\с | V_1 м\с | 1000i м | H_1 м | Δg_1 л\с | Δg_1 л\с | V_1 м\с | 1000i м | H_1 м | |
| | | | 4. | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| I | 3-2 5 | 72 | 61 | 25 0 | 1,2 | 9,4 | +6, 62 | +1 ,2 | 62 ,2 | 1, 24 | 9,8 | +7, 11 | +0 ,2 | 62 ,4 | 1, 24 | 9,6 5 | +7, 14 | |
| | 2-5 0 | 32 | 33 | 20 0 | 1,0 2 | 9,1 5 | +2, 93 | +1 ,2- 1,3 | 32 ,9 | 1, 01 | 9,1 | +2, 91 | +0 ,2- 0,2 | 32 ,9 | 1, 01 | 9,1 | +2, 91 | |
| | 5-4 5 | 72 | 38,7 | 25 0 | 1,2 | 12, 3 | - 8,9 2 | - 1,2 | 37 ,5 | 1, 15 | 11, 6 | - 8,4 1 | - 0,2 | 37 ,3 | 1, 15 | 11, 4 | - 8,2 7 | |
| | 4-3 0 | 32 | 49,2 | 20 0 | 0,9 8 | 6,3 | - 2,0 2 | - 1,2 | 48 | 0, 95 | 6,0 8 | - 1,9 3 | - 0,2 | 47 ,5 | 0, 94 | 5,8 5 | - 1,8 7 | |
| $\Delta h = -1,19$ | | $\Delta h = -0,32$ | | $\Delta h = -0,09$ | | | | | | | | | | | | | | |
| II | 2-1 0 | 31 | 145 | 15 0 | 0,7 9 | 8,2 9 | +2, 57 | +1 ,3 | 15 ,8 | 0, 85 | 9,9 | +3, 07 | +0 ,2 | 16 ,0 | 0, 88 | 9,9 5 | +3, 08 | |
| | 1-7 0 | 45 | 6,9 | 10 0 | 0,8 4 | 15, 6 | +7, 02 | +1 ,3 | 8, 2 | 1, 0 | 21, 5 | +9, 68 | +0 ,2 | 8, 4 | 1, 03 | 22, 5 | +10 ,13 | |
| | 7-6 0 | 28 | 10,4 | 10 0 | 1,2 6 | 34, 2 | - 9,5 8 | - 1,3 | 9, 1 | 1, 11 | 26, 5 | - 7,3 1 | - 0,2 | 8, 9 | 1, 09 | 25, 1 | - 7,0 3 | |
| | 6-5 0 | 17 | 14,9 | 12 5 | 1,1 7 | 21, 8 | - 3,7 1 | - 1,3 | 13 ,5 | 1, 07 | 18, 2 | - 3,0 9 | - 0,2 | 13 ,4 | 1, 05 | 17, 9 | - 3,0 4 | |
| | 5-2 | 32 | 33 | 20 | 1,0 | 9,1 | - 2,9 | +1 ,3- | 32 | 1, | 9,1 | - 2,9 | +0 ,2- | 32 | 1, | 9,1 | - 2,9 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--------------------|--|---|---|--------------------|---|-----|----|----|--|---|-----|----|----|--|---|
| | | 0 | | 0 | 2 | 5 | 3 | 1,2 | ,9 | 01 | | 1 | 0,2 | ,9 | 01 | | 1 |
| $\Delta h = -0,69$ | | $\Delta h = -0,58$ | | | | $\Delta h = +0,25$ | | | | | | | | | | | |

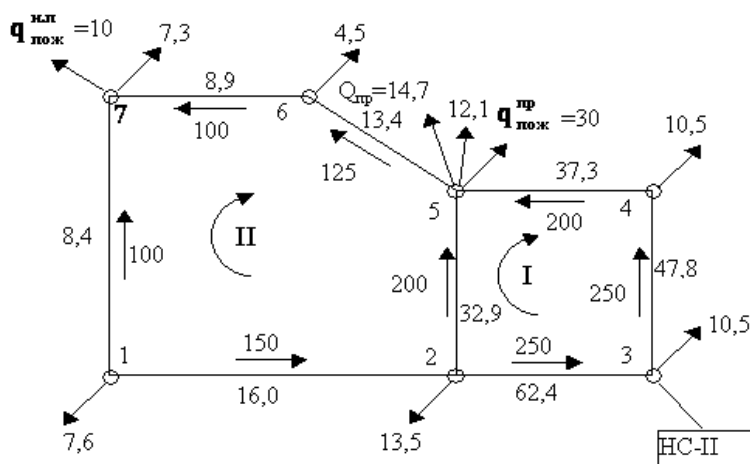


Схема: 2. Увязанная водопроводная сеть

Выводы: Данная водопроводная сеть обеспечит пропуск необходимых расходов воды для целей пожаротушения, т.к. скорость движения воды на наиболее нагруженном участке $V_{3-2} = 1,24$ м/с, $V_{доп.} = 2,5$ м/с, что удовлетворяет требованиям норм.

Потери напора в сети по направлениям составят:

$$h_I = h_{3-2} + h_{2-1} + h_{1-7} = 7,14 + 2,91 + 3,04 + 7,03 = 20,12 \text{ м}$$

$$h_{II} = h_{3-2} + h_{2-5} + h_{5-6} + h_{6-7} = 7,14 + 3,08 + 10,13 = 20,35 \text{ м}$$

$$h_{III} = h_{3-4} + h_{4-5} + h_{5-6} + h_{6-7} = 1,87 + 8,27 + 3,04 + 7,03 = 20,21 \text{ м}$$

Средние потери напора в сети составят:

$$h_{сетя} = \frac{h_I + h_{II} + h_{III}}{n} = \frac{(20,35 + 20,12 + 20,21)}{3} = 20,23 \text{ м}$$

Эта величина используется при подборе пожарных насосов насосной станции II подъем

Расчет водопроводной башни

Водонапорные башни предназначаются для регулирования неравномерности водопотребления, хранения неприкосновенного запаса воды и создания требуемого

напора в водопроводной сети.

Емкость бака водопроводной башни согласно п. 9.1.1 должна быть равна:

$V_6 = V_{\text{рег}} + V_{\text{из}}$. где: $V_{\text{рег}}$ – регулирующий объем бака (п. 9.2.1); $V_{\text{из}}$ – неприкосновенный запас воды (п. 9.3.1)

Определение регулирующего объема (W_p)

Отбор воды на хозяйственно-питьевые цели из водопроводной сети в течение суток производится неравномерно, колебания расхода по часам суток определяются графиком водопотребления, который рассчитывается в зависимости от коэффициента часовой неравномерности водопотребления. Нами для расчета найден $K=1,5$ (см. п. 2.2. проекта). Если установить на насосной станции насосы, по производительности обеспечивающие расход в час максимального водопотребления, то все оставшееся время насосная станция будет работать с нагрузкой, что экономически невыгодно.

Ниже рассматриваются два варианта совместной работы насосной станции и водопроводной сети:

- равномерный
- неравномерный (ступенчатый).

График подачи воды в сеть не совпадает с графиком ее отбора из сети. Это значит, что при подаче воды насосами в отдельные часы суток количество поданной воды в сеть не будет совпадать с количеством отбираемой воды из сети. Восполнение недостающего количества в часы, когда расход воды из сети меньше подачи ее насосами.

Предположим, что насосная станция имеет равномерный режим подачи воды, подавая за час 4,17% суточного расхода. При помощи совмещенных графиков водопотребления и водоотдачи можно определить расчетную регулируемую емкость бака водонапорной башни. Результаты вычислений сведем в таблицу, где значения расходов даны в процентах от суточного расхода.

Таблица 2.1. Определение регулирующего объема бака водопроводной башни при равномерном режиме ($K=1,5$)

| Часы суток | Расход воды поселком в % суточного | Подача насосами в % суточного | Поступление воды бак, % | Расход воды из бака, % | Остаток воды в баке, % |
|------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0-1 | 1,57 | 4,17 | 2,6 | - | 2,6 |

| | | | | | |
|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 1-2 | 1,57 | 4,17 | 2,6 | - | 5,2 |
| 2-3 | 1,26 | 4,16 | 2,9 | - | 8,1 |
| 3-4 | 1,26 | 4,17 | 2,91 | - | 11,01 |
| 4-5 | 1,88 | 4,17 | 2,29 | - | 13,30 |
| 5-6 | 3,67 | 4,16 | 0,49 | - | 13,79 |
| 6-7 | 3,67 | 4,17 | 0,5 | - | 14,29 |
| 7-8 | 5,49 | 4,17 | - | 1,32 | 12,97 |
| 8-9 | 5,8 | 4,16 | - | 1,64 | 11,33 |
| 9-10 | 5,8 | 4,17 | - | 1,63 | 9,70 |
| 10-11 | 6,3 | 4,17 | - | 2,13 | 7,57 |
| 11-12 | 6,3 | 4,16 | - | 2,14 | 5,43 |
| 12-13 | 6,3 | 4,17 | - | 2,13 | 3,3 |
| 13-14 | 6,12 | 4,17 | - | 1,95 | 1,35 |
| 14-15 | 5,8 | 4,16 | - | 1,64 | -0,29 |
| 15-16 | 5,8 | 4,17 | - | 1,63 | -1,92 |
| 16-17 | 5,49 | 4,17 | - | 1,32 | -3,24 |
| 17-18 | 5,16 | 4,16 | - | 1,0 | -4,24 |
| 18-19 | 5,19 | 4,17 | - | 1,02 | -5,26 |
| 19-20 | 4,31 | 4,17 | - | 0,14 | -5,4 |
| 20-21 | 4,31 | 4,16 | - | 0,15 | -5,55 |
| 21-22 | 2,51 | 4,17 | 1,66 | - | -3,89 |
| 22-23 | 2,51 | 4,17 | 1,66 | - | -2,23 |
| 23-24 | 1,93 | 4,16 | 2,23 | - | 0,00 |
| Всего | 100 | 100 | 19,84 | 19,84 | |

Порядок составления таблицы

1. В графе 1 указываются часы суток.
2. Графа 2 представляет собой график водопотребления в зависимости от коэффициента часовой неравномерности (см. прилож.), а графа 3 представляет собой – график принятой работы насосов НС-II.
3. Графа 4 содержит разность значений 3-2, а в графе 5 – разность значений 2-3.
4. Данные графы 6 получаются прибавлением к имеющемуся количеству воды в баке поступления и вычитания расхода за каждый час. Наибольшее число в графе 6 дает величину регулирующего объема в % от суточного расхода. Для заполнения этой графы следует наметить час, когда бак будет пустым. Если допущена ошибка при назначении часа, когда бак будет пустым, то некоторые цифры в графе 6 получают отрицательные значения. В этом случае емкость бака определяется как сумма абсолютных значений наибольшей положительной и отрицательной цифр в этой графе.

Регулирующий объем воды в водонапорной башни при равномерном режиме подачи составит:

$$V_{\text{рег.}} = \frac{Q_{\text{сут}} \times 19,84}{100} = \frac{3801,6 \times 19,84}{100} = 754 \text{ м}^3$$

Рассмотрим неравномерный (ступенчатый) режим работы НС-II Результаты расчета сведем в таблицу. Таблица ступенчатой работы насосов заполняется аналогично.

Таблица 2.2 Определение регулирующего объема бака водонапорной башни при ступенчатой работе насосов НС – II< (K=1,5)

| Часы суток | Расход воды поселком в % суточного | Подача насосами в % суточного | Поступление воды в бак % | Расход воды из бака, % | Остаток воды в баке, % |
|------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0-1 | 1,57 | 3 | 1,43 | - | 1,43 |
| 1-2 | 1,57 | 3 | 1,43 | - | 2,86 |
| 2-3 | 1,26 | 3 | 1,74 | - | 4,6 |
| 3-4 | 1,26 | 3 | 1,74 | - | 6,34 |
| 4-5 | 1,88 | 3 | 1,12 | - | 7,46 |
| 5-6 | 3,67 | 3 | - | 0,67 | 6,79 |
| 6-7 | 3,67 | 3 | - | 0,67 | 6,12 |
| 7-8 | 5,49 | 3 | - | 2,49 | 3,63 |
| 8-9 | 5,8 | 6 | 0,2 | - | 3,83 |
| 9-10 | 5,8 | 6 | 0,2 | - | 4,03 |
| 10-11 | 6,3 | 6 | - | 0,3 | 3,73 |
| 11-12 | 6,3 | 6 | - | 0,3 | 3,43 |
| 12-13 | 6,3 | 6 | - | 0,3 | 3,13 |
| 13-14 | 6,12 | 6 | - | 0,12 | 3,01 |
| 14-15 | 5,8 | 6 | 0,2 | - | 3,21 |
| 15-16 | 5,8 | 6 | 0,2 | - | 3,41 |
| 16-17 | 5,19 | 6 | 0,51 | - | 3,92 |
| 17-18 | 5,16 | 4 | - | 1,16 | 2,76 |
| 18-19 | 5,19 | 3 | - | 2,19 | 0,57 |
| 19-20 | 4,31 | 3 | - | 1,31 | -0,74 |
| 20-21 | 4,31 | 3 | - | 1,31 | -2,05 |
| 21-22 | 2,51 | 3 | 0,49 | - | -1,56 |
| 22-23 | 2,51 | 3 | 0,49 | - | -1,07 |
| 23-24 | 1,93 | 3 | 1,07 | - | 0,00 |
| Всего | 100 | 100 | 9,51 | 9,51 | |

В этом случае регулирующий объем воды составит:

$$V_{\text{рег.}} = \frac{3801,6 \times 9,51}{100} = 362 \text{ м}^3$$

Расчёт показывает, что использование даже простейшего графика ступенчатой работы насосов позволяет значительно уменьшить регулирующий объём бака.

Определение неприкосновенного запаса воды

Пожарный объём воды в баках водонапорных башен должен рассчитываться, согласно (1) п.9.5, десятиминутную продолжительность тушения одного внутреннего пожара при одновременном наибольшем расходе на другие нужды.

$$V_{\text{н.з.}} = V_{\text{пож. нар.}} + V_{\text{пож. вн.}} + V_{\text{х.л.}} + V_{\text{пр.}}$$

Объём воды на наружное пожаротушение

$$V_{\text{пож. нар.}} = \frac{20 \times 10 \times 60}{1000} = 12 \text{ м}^3$$

Объём воды на внутреннее пожаротушение

$$V_{\text{пож. вн.}} = \frac{10 \times 10 \times 60}{1000} = 6 \text{ м}^3$$

Объём воды на хозяйственно питьевые нужды

$$V_{\text{х.л.}} = \frac{66 \times 10 \times 60}{1000} = 39,6 \text{ м}^3$$

Объём воды на производственные нужды

$$V_{\text{пр.}} = \frac{14,7 \times 10 \times 60}{1000} = 8,8 \text{ м}^3$$

Объём воды неприкосновенного запаса водонапорной башни должен быть

$$V_{\text{н.з.}} = 12 + 6 * 39,6 + 8,8 = 66,4 \text{ м}^3$$

Таким образом, суммарный объём воды в баке водонапорной башни будет равен:

$$V_{\text{б.}} = V_{\text{рег.}} + V_{\text{н.з.}} = 62 + 66,4 = 428,4 \text{ м}^3$$

На основании расчетов принимают типовой бак вместимостью 500 м³ (см. приложение 2)

Определение основных параметров водонапорной башни.

Зная емкость бака, определим его диаметр и высоту:

$$D_6 = 1,2 \sqrt[3]{V_6} = 1,2 \sqrt[3]{500} = 9,5 \text{ м}$$

$$H_6 = \frac{D_6}{1,5} = \frac{9,5}{1,5} = 6,3 \text{ м}$$

Высота водонапорной башни определяется по формуле:

$$H_6 = 1,05 h_{\text{сети}} + Z_{\text{д.т.}} - Z_6 + H_{\text{св}}$$

где: $h_{\text{сети}}$ - потери напора в водопроводной сети при работе её в обычном режиме;

$H_{\text{св}}$ - свободный напор в диктующей точке. При двухэтажной застройке;

$Z_{\text{д.т.}}, Z_6$ отметки земли в диктующей точке и в месте установки башни. ($Z_{\text{д.т.}} = 58 \text{ м}; Z_6 = 55 \text{ м}$).

1,05 – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления.

$$H_6 = 1,05 \times 6,54 + 58 - 55 + 14 = 23,8 \text{ м}$$

По приложению принимаем типовую водонапорную башню высотой 25 м.

Расчёт неприкосновенного запаса в резервуарах чистой воды.

Неприкосновенный запас воды определяется как сумма пожарного, хозяйственно-питьевого и производственного расхода из расчёта 3-х часовой продолжительности тушения пожара.

$$V_{\text{н.з.}} = V_{\text{пож.}} + V_{\text{х.п.}} + V_{\text{пр.}}$$

Объём воды для тушения пожара при $Q_{\text{пож.}} = 40 \text{ л/с}$ должен быть равен:

$$V_{\text{пож.}} = \frac{40 \times 3 \times 3600}{1000} = 432 \text{ м}^3$$

Неприкосновенный запас воды на хозяйственно-питьевые нужды на время тушения пожара может быть подсчитан по количеству потребляемой воды в три смешенных часа максимального водопотребления. Для коэффициента часовой неравномерности водопотребления $K=1,5$ по графику водопотребления три смешенных часа наибольшего

расхода воды с 10.00 до 13.00.

На хозяйственно-питьевые нужды посёлка расходы составят $6,3+6,3+6,3=18,9\%$ от суточного водопотребления.

$$V_{\text{х.л.}} = \frac{Q_{\text{сут.макс.}} \times 18,9}{100} = \frac{3801,6 \times 18,9}{100} = 719 \text{ м}^3$$

В эти часы общий расход воды на производственном предприятии будет равен:

$$V_{\text{пр.}} = \frac{14,7 \times 3 \times 3600}{1000} = 159 \text{ м}^3$$

Общий объём неприкосновенного запаса составит:

$$V_{\text{н.з.}} = 432 + 719 + 159 = 1310 \text{ м}^3$$

В тех случаях, когда насосы насосной станции второго подъёма дополнительно подают воду непосредственно в автоматические установки пожаротушения (спринклерные, дренчерные и др.), необходимо предусмотреть запас воды в резервуарах чистой воды и на эти установки из условия одночасовой их работы.

Подбор насосов на насосной станции II подъёма.

Насосная станция, работающая на водонапорную сеть, должна подать расчётное количество воды, в единицу времени под требуемым напором.

Для выбора типа насосов и определения их количества можно выделить два режима работы насосной станции:

первый режим – работа в обычное время (обеспечение водопотребления на хозяйственно-питьевые и производственные нужды);

Подача насосов с учётом их ступенчатого включения будет:

$$Q_{\text{х.л.}} = \frac{Q_{\text{сут. макс.}}}{100} \times 3 + q_{\text{пр.}} = \frac{3801,6 \times 1000}{100 \times 3600} \times 3 + 14,7 = 46,4 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{х.л.}} = \frac{Q_{\text{сут. макс.}}}{100} \times 6 + q_{\text{пр.}} = \frac{3801,6 \times 1000}{100 \times 3600} \times 6 + 14,7 = 78,1 \text{ л/с}$$

Необходимый напор хозяйственных насосов определяется по формуле:

$$H_{\text{х.л.}} = 1,05h_{\text{вод.}} + H_{\text{г}} + H_{\text{бака}} + (Z_{\text{г}} - Z_{\text{н}}),$$

где: $h_{\text{вод.}}$ – потери напора в водоводе;

H_6 высота водонапорной башни; $H_{бака}$ высота бака водонапорной башни; Z_6 отметки земли на месте установки башни; Z_n отметка оси насоса.

Водоводы противопожарного водопровода необходимо прокладывать в две линии. В случае отключения одной из них, вторая должна обеспечить пропуск 70% расчётного расхода воды (п.8.2 [I]).

$$Q_{вод} = \left[\frac{Q_{сут. макс}}{100} \times 6 + q_{пр} \right] \times 0,7 =$$

$$= \left[\frac{3801,6 \times 1000}{100 \times 3600} \times 6 + 14,7 \right] \times 0,7 = 54,7 \text{ л/с}$$

По таблице Шевелёва принимаем диаметр труб водопровода $d=300$ мм.

Определяем потери напора в водопроводе при длине его $l=3500$ м.

$$h_{вод} = 1000i \frac{l}{1000} = 3,0 \times 3500/1000 = 10,5 \text{ м}$$

Тогда:

$$H_{х.н.} = 1,05 \times 10,5 + 25 + 6,3 + (55 - 50) = 47,3 \text{ м}$$

Второй режим – работа во время пожара (обеспечение водопотребления на хозяйственно-питьевые и производственные и пожарные нужды).

$$H_{пож.н.} = 1,05(h_{вод} + h_{сети}) + H_{св} + (Z_{д.г} - Z_n),$$

$h_{вод}$ потери напора в водоводе во время пожара, т.к. расчетный расход воды в это время составит:

$$Q_{вод.пож.} = 54,7 + 40 = 94,7 \text{ л/с}$$

$$h_{вод} = 1000i \frac{l}{1000} = 8,4 \times 3500/1000 = 29,4 \text{ м,}$$

$H_{св.}$ - свободный напор у гидрантов равный 10 м, согласно I п.2.26;

$h_{сети}$ - потери напора в кольцевой водопроводной сети во время пожара;

$$H_{пож.н.} = 1,05 \times (29,4 + 20,23) + 10 + (58 - 50) = 70,1 \text{ м.}$$

По расчётным величинам, используя данные каталогов марки насосов (см. приложение),

подбирают требуемый тип хозяйственных и пожарных насосов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Количество резервных насосов, должно приниматься согласно п.7.1 табл.32 [I]

| Тип насоса | Расчётный расход насосов л/с | Расчётный напор насосов, м | Принятый насос | | Марка насоса | Количество насосов | | |
|---------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|---------|--------------|------------------------|------|------|
| | | | Подача | Напор | | | | |
| Хозяйственные | 46,4 | 47,3 | 17,5-32,5 | 600-445 | 4К-8 | 2 основных 1 резерв | | |
| Пожарные | 94,7 | 70,1 | 90-170 | 37-28,3 | 8НД В | 2 основных 1 резерв | | |
| Часы суток | Коэффициент часовой неравномерности | | | | | | | |
| | 1,25 | 1,3 | 1,35 | 1,45 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 2,5 |
| 0 - 1 | 3,35 | 2,0 | 3,0 | 2,1 | 1,57 | 1,0 | 0,05 | 3,1 |
| 1 - 2 | 3,25 | 3,0 | 3,2 | 1,5 | 1,57 | 1,0 | 0,75 | 2,1 |
| 2 - 3 | 3,3 | 3,3 | 2,5 | 1,0 | 1,26 | 1,0 | 1,0 | 1,9 |
| 3 - 4 | 3,2 | 3,3 | 2,6 | 1,0 | 1,26 | 1,0 | 3,0 | 7,7 |
| 4 - 5 | 3,25 | 3,3 | 3,5 | 1,1 | 1,88 | 2,0 | 3,0 | 1,9 |
| 5 - 6 | 3,4 | 4,4 | 4,1 | 2,7 | 3,67 | 3,0 | 4,2 | 1,9 |
| 6 - 7 | 3,85 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,07 | 5,0 | 5,5 | 3,3 |
| 7 - 8 | 4,45 | 5,0 | 4,9 | 4,8 | 5,49 | 6,5 | 5,5 | 3,5 |
| 8 - 9/р> | 5,2 | 5,5 | 4,9 | 5,4 | 5,8 | 6,5 | 3,5 | 6,1 |
| 9 - 10 | 5,05 | 5,5 | 5,6 | 5,5 | 5,8 | 5,5 | 3,5 | 9,0 |
| 10 - 11 | 4,85 | 5,5 | 5,9 | 5,3 | 3,8 | 4,5 | 6,0 | 3,2 |
| 11 - 12 | 4,6 | 5,0 | 4,7 | 5,1 | 6,3 | 5,5 | 8,5 | 2,9 |
| 12 - 13 | 4,6 | 5,0 | 4,4 | 4,8 | 6,3 | 7,0 | 8,5 | 3,3 |
| 13 - 14 | 4,55 | 4,2 | 4,1 | 4,7 | 6,12 | 7,0 | 5,0 | 4,3 |
| 14 - 15 | 4,75 | 5,5 | 4,1 | 4,7 | 5,8 | 5,5 | 5,0 | 4,3 |
| 15 - 16 | 4,7 | 5,5 | 4,4 | 4,6 | 5,8 | 4,5 | 5,0 | 2,0 |
| 16 - 17 | 4,65 | 5,0 | 4,3 | 4,8 | 5,49 | 5,0 | 3,5 | 10,5 |
| 17 - 18 | 4,35 | 4,5 | 4,1 | 5,9 | 5,16 | 6,5 | 3,5 | 4,8 |
| 18 - 19 | 4,4 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 5,19 | 6,5 | 6,0 | 2,9 |

| | | | | | | | | |
|---------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 19 – 20 | 4,3 | 4,5 | 4,5 | 5,6 | 4,01 | 5,0 | 6,0 | 3,0 |
| 20 – 21 | 4,3 | 3,5 | 4,5 | 6,0 | 4,31 | 4,5 | 3,0 | 2,6 |
| 21 – 22 | 4,2 | 3,0 | 4,8 | 6,0 | 2,51 | 3,0 | 2,0 | 6,5 |
| 22 – 23 | 3,75 | 2,0 | 4,6 | 5,6 | 2,51 | 2,0 | 2,0 | 5,3 |
| 23 - 24 | 3,7 | 2,0 | 3,3 | 3,3 | 9,33 | 1,0 | | 3,4 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Основные параметры

| Тип башни | Ёмкость бака | Высота башни до дна бака, м |
|---|--------------|--------------------------------------|
| Железобетонные башни с железобетонными баками | 100 | 15, 17,5, 20, 22,5 25, 27,5 30 |
| | 200 | 15, 17,5, 20, 22,5 25, 27,5 30 |
| | 300 | 30, 32,5, 35, 37,5, 40 |
| | 600 | 20, 22,5 25, 27,5 30, 32,5, 35 |
| | 800 | 25, 27,5 30, 32,5, 40 |
| Безшатровые башни со стальными баками на кирпичной опоре | 15 | 9 и 16 |
| | 25 | 12 и 16 |
| | 150 | 24 и 18 |
| | 300 | 36 и 24 |
| | 500 | 25 и 30 (42 при железобетонной поре) |
| Безшатровые башни со стальными баками и стволом | 15 | 9 и 6 |
| | 25 | 12 и 16 |
| | 50 | 18 |
| Безшатровые башни со стальными баками на кирпичных опорах | 15 | 8 и 10 10, 12, 14, 16 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

Типовые прямоугольные подземные резервуары для воды из сборного железобетона

| Номер проекта | Ёмкость, м ³ | Длина, м | Ширина м | Глубина м |
|---------------|-------------------------|----------------|----------|-----------|
| 901-4-71.83 | 100; 150; 200; 300; | 6;9; 12; 15 | 6 | 3,64 |
| 901-4-59.83 | 500; 700; 1000; 1200 | 12; 18; 24; 30 | 12 | 3,39 |

| | | | | |
|-------------|---|--------------------------------------|----|------|
| 901-4-65.83 | 500; 600; 800; 900; 1000; 1200; 1300; 1400 | 12; 15; 18; 21; 24; 27; 30; 33 | 12 | 3,51 |
| 901-4-60.83 | 1400; 1900; 2400 | 18; 24; 30 | 18 | 4,64 |
| 901-4-66.83 | 1600; 1800; 2000; 2400; 2600 | 18; 21; 24; 27; 30 | 18 | 4,72 |
| 901-4-61.83 | 2500; 3200; 3900 | 24; 30; 36 | 24 | 4,64 |
| 901-4-62.83 | 5000; 6000; 7000; 8000; 9000; 10000; 11000 | 30; 36; 42; 48; 54; 60; 66 | 36 | 4,64 |
| 901-4-63.83 | 12000; 13000; 15000; 16000; 18000; 20000 | 48; 54; 60; 66; 72; 78 | 54 | 4,64 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Основные технические данные по лопастным насосам

| Марка насоса | Число оборотов, мин | Подача, л/с | | Напор, м | | Рекомендуемая мощность двигателя, кВт | Габаритные размеры, мм | | |
|--------------|---------------------|-------------|------|----------|------|---------------------------------------|------------------------|--------|--------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | | Длина | Ширина | Высота |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3К-6А | 2900 | 7 | 18 | 46,2 | 30 | 10-14 | 768 | 344 | 410 |
| 3К-6б | 2900 | 8,3 | 20 | 62 | 43 | 14-20 | 768 | 344 | 410 |
| 3К-9а | 2900 | 7 | 13,5 | 24,2 | 17,5 | 4,5 | 485 | 280 | 309 |
| 3К-9 | 2900 | 8 | 15 | 34,6 | 27 | 7 | 485 | 280 | 309 |
| 4К-6а | 2900 | 17 | 34,7 | 82,6 | 61,6 | 40 | 790 | 434 | 440 |
| 4К-6 | 2900 | 18 | 37,5 | 98 | 72,5 | 55 | 790 | 434 | 440 |
| 4К-8а | 2900 | 15 | 30 | 50,2 | 37,2 | 20 | 768 | 387 | 410 |
| 4К-12а | 2900 | 16,3 | 30,6 | 31,7 | 23,3 | 28 | 768 | 362 | 400 |
| 4К-12 | 2900 | 16,7 | 33,3 | 38 | 28 | 14 | 768 | 362 | 400 |
| 4К-8 | 2900 | 17,5 | 32,5 | 60 | 44,5 | 28 | 768 | 367 | 410 |
| 6К-8б | 1450 | 26 | 52 | 24,8 | 15,5 | 20 | 830 | 531 | 533 |
| 6К-8 | 1450 | 27,7 | 53,5 | 30,6 | 22,8 | 20 | 830 | 531 | 533 |
| 6К-12а | 1450 | 25,3 | 50,5 | 17,8 | 12,2 | 10 | 797 | 492 | 486 |
| 6К-12 | 1450 | 30 | 58 | 22,7 | 16,5 | 14 | 797 | 492 | 486 |
| 8К-12а | 1450 | 50 | 87 | 27 | 20 | 28 | 860 | 588 | 575 |
| 8К-12 | 1450 | 56 | 96,5 | 32,3 | 24,9 | 40 | 850 | 588 | 575 |

Центробежные насосы с двусторонним подводом воды к колесу

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|-----|-------|------|---------|------|------|------|
| 4НДб | 1450 | 17,5 | 30 | 24 | 22 | 14 | 877 | 640 | 555 |
| 4НДв | 2950 | 37 | 55 | 106 | 90 | 75 | 877 | 640 | 555 |
| 5НДв | 1450 | 40 | 70 | 40 | 30 | 28-40 | 980 | 799 | 613 |
| 6НД-с | 2950 | 57 | 92 | 80 | 64 | 24-100 | 921 | 725 | 568 |
| 6НДв | 1450 | 60 | 115 | 55,5 | 40,5 | 55-75 | 900 | 966 | 695 |
| 8НДв | 960 | 100 | 174 | 42,3 | 32,8 | 75-100 | 1135 | 1258 | 893 |
| 10Д-б | 1450 | 110 | 167 | 70,2 | 57 | 135 | 1128 | 950 | 783 |
| 8НД-в | 1450 | 134 | 192 | 84 | 78 | 180-220 | 1135 | 1258 | 893 |
| 12Д-9 | 1450 | 139 | 260 | 51 | 27 | 170 | 1270 | 1180 | 980 |
| 12НД-с | 960 | 150 | 270 | 30 | 18 | 55-75 | 1365 | 1392 | 1085 |
| 12НД-с | 1450 | 250 | 350 | 70 | 44 | 225-270 | 1365 | 1392 | 1085 |
| 14НДс | 960 | 220 | 350 | 42 | 30 | 140-160 | 1738 | 1645 | 1187 |
| 14Д-б | 1450 | 240 | 472 | 130 | 100 | 650 | 1865 | 1240 | 1122 |
| 200Д60 | 1000 | 111 | 167 | 42 | 35 | 55-100 | 2041 | 1258 | 900 |
| 200Д60-а | 1000 | 111 | 139 | 36 | 33 | 55-75 | 2041 | 1258 | 900 |
| 200Д60-б | 1000 | 111 | 139 | 32 | 28 | 55-75 | 2041 | 1258 | 900 |
| 200Д60 | 1470 | 150 | 200 | 94 | 89 | 190-250 | 2041 | 1258 | 900 |
| 200Д60-а | 1470 | 150 | 200 | 84 | 76 | 190-250 | 2041 | 1258 | 900 |
| 200Д60-б | 1470 | 150 | 200 | 74 | 67 | 160-250 | 2041 | 1258 | 900 |
| С3800-55 | 1470 | 222 | | 55 | | 200 | 2705 | 1090 | 1465 |
| 12Д-В-60 | 1470 | 258 | 172 | 24 | 17,8 | 40-75 | 2192 | 685 | 1073 |
| 300Д90 | 980 | 180 | 278 | 30 | 24 | 75-100 | 2116 | 1392 | 1004 |
| 300Д90-а | 980 | 166 | 250 | 22 | 22 | 75-100 | 2116 | 1392 | 1004 |
| 300Д90-б | 980 | 200 | 250 | 21 | 18 | 55-75 | 2116 | 1392 | 1004 |
| 300Д90 | 1500 | 250 | 350 | 70 | 64 | 250-320 | 2346 | 1392 | 1004 |
| 300Д90-а | 1500 | 250 | 350 | 60 | 54 | 190-250 | 2346 | 1393 | 1004 |
| 300Д90-б | 1500 | 250 | 350 | 51 | 44 | 160-200 | 2346 | 1392 | 1004 |
| 300Д90-б | 960 | 250 | 350 | 42 | 37 | 160 | 2297 | 1126 | 1645 |
| 350Д90-а | 960 | 250 | 350 | 37 | 32 | 130-160 | 2297 | 1126 | 1645 |
| 350Д90-б | 960 | 222 | 300 | 33 | 30 | 100-130 | 2297 | 1126 | 1645 |
| 20Д6 | 960 | 375 | 638 | 107,5 | 76 | 800 | 1900 | 1250 | 1785 |
| 16НДН | 735 | 375 | 416 | 13 | 10 | 55-90 | 2632 | 1190 | 1275 |
| 16НДН | 985 | 500 | 550 | 21 | 16 | 160 | 2782 | 1190 | 1275 |
| 400Д190 | 750 | 416 | | 15 | | 100 | 2286 | 1350 | 1270 |
| 400Д190-а | 750 | 375 | | 10 | | 55 | 2236 | 1350 | 1270 |
| 400Д190 | 1000 | 550 | | 21 | | 160 | 2236 | 1350 | 1270 |
| 400Д190-а | 1000 | 500 | | 16 | | 100 | 2236 | 1350 | 1270 |
| 18НД-с | 735 | 550 | | 34 | | 250 | 3250 | 1600 | 1435 |
| 18НДС | 985 | 750 | | 58 | | 500 | 2711 | 1600 | 1435 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|-------|---------|------|------|------|
| 20НДС | 735 | 583 | 694 | 17,5 | 13,5 | 182 | 4500 | 1760 | 1500 |
| 20НДН | 985 | 833 | 900 | 32 | 23 | 250-315 | 4500 | 1760 | 1500 |
| 20НДС | 735 | 550 | | 39 | | 400 | 4556 | 2300 | 1596 |
| 20НДС | 985 | 950 | | 71 | | 800 | 4556 | 2300 | 1596 |
| 22ндс | 735 | 1000 | | 52 | | 630 | 4480 | 2250 | 1680 |
| 22ндс | 1000 | 1306 | | 90 | | 1250 | 4480 | 2250 | 1680 |
| 24ндн | 590 | 1056 | | 13 | 16,5 | 250 | 4500 | 2150 | 1895 |
| 24ндн | 730 | 1306 | 1388 | 31 | 26 | 320-500 | 4500 | 2150 | 1895 |
| 24ндс | 750 | 1806 | | 79 | | 1600 | 3910 | 2695 | 2114 |
| 32д-19 | 735 | 1666 | 1806 | 25 | 17 | 630 | 4500 | 2150 | 1895 |
| Многоступенчатые центробежные насосы | | | | | | | | | |
| 3В-200х2 | 1450 | 80,6 | 111 | 120 | 108 | 175 | 1640 | 1155 | 985 |
| | | 139 | 150 | 93 | 86 | | | | |
| 3В-200х2в | 1450 | 75 | 100 | 107 | 98,9 | 150 | 1640 | 1155 | 985 |
| | | 125 | 139 | 87 | 78 | | | | |
| 3В-200х2б | 1450 | 69,5 | 97 | 92,5 | 83 | 125 | 1640 | 1155 | 585 |
| | | 125 | 133 | 70 | 64 | | | | |
| 3В-200х4б | 1450 | 69,5 | 97 | 185 | 166 | 250 | 2320 | 1155 | 1672 |
| | | 125 | 133 | 138 | 128 | | | | |
| 3В-200х4 | 1450 | 80,6 | 111 | 240 | 216 | 350 | 2320 | 1155 | 1672 |
| | | 139 | 150 | 186 | 172 | | | | |
| 3В-200х4а | 1450 | 75 | 100 | 214 | 197,6 | 300 | 2320 | 1155 | 1672 |
| | | 125 | 139 | 174 | 156 | | | | |
| 8МД-2х3а | 2900 | 69,5 | 83,4 | 192 | 165 | 220 | 1724 | 840 | 1295 |
| 8МД-2х3б | 2900 | 125 | 80,6 | 158 | 138 | 185 | 1724 | 840 | 1295 |

Список литературы

1. СНиП 2.04.01.-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. М., 1986.
2. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства/ под ред. Канд.техн. наук И.Г. Староверова –Ч.2. Водопровод и канализация.- Изд. 4-е.-М.; Стройиздат, 1990г.
3. Ю. М. Плаксин, Н.Н. Малахов Основы инженерного строительства и сантехника,- Изд. КолосС , -2007г.
4. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие.- М. Стройиздат, 1984.
5. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Павловского.- М., 1984.