

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 19.05.2025 10:35:46

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

МЧС РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

М.Р. Сытдыков А.М. Филановский

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания по выполнению курсового
проекта для обучающихся по специальности
20.05.01 «Пожарная безопасность»

Санкт-Петербург
2025

Содержание

1. Исходные данные для расчета и проектирования системы противопожарного водоснабжения	4
2. Расчет потребного расхода воды на хозяйственно питьевые, производственные нужды населенного пункта и предприятия	13
3. Определение расчётных расходов воды на пожаротушение.....	18
4. Гидравлический расчет водопроводной сети.....	19
5. Определение режима работы НС-2	24
6. Гидравлический расчет водоводов.....	25
7. Расчет водонапорной башни	26
7.1. Определение высоты водонапорной башни	26
7.2. Определение ёмкости бака водонапорной башни.	26
8. Расчет резервуаров чистой воды	28
9. Выбор типа насосной станции второго подъема	30

В соответствии с учебной программой каждый курсант очного и слушатель заочного обучения СПбУ ГПС МЧС России должен выполнить курсовой проект по дисциплине «Противопожарное водоснабжение».

Задачей курсового проекта является закрепление знаний в области противопожарного водоснабжения. В процессе выполнения работы, обучаемые должны получить полное представление об устройстве всей системы водоснабжения населенного пункта и промышленного предприятия, определить расчетные расходы воды, произвести гидравлический расчет водопровода, а также запасных и регулирующих емкостей и насосных станций.

1. Исходные данные для выполнения курсового проекта

Исходные данные для расчета и проектирования системы противопожарного водоснабжения населенного пункта, здания общественного назначения и промышленного предприятия выбираются из таблиц 1.1 - 1.2. Номер варианта соответствует трем последним цифрам номера паспорта гражданина Российской Федерации. На титульном листе необходимо указать номер варианта.

Таблица 1.1 - Исходные данные по населённому пункту

Последняя цифра № паспорта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число жителей в населённом пункте, тыс. человек	18	26	9	12	8	31	17	11	24	28
Узел подключения ввода	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Этажность застройки	4	5	2	5	2	9	6	2	16	5
Степень благоустройства районов жилой застройки: внутренний водопровод, канализация	централизованное горячее водоснабжение	ванные с местными водонагревателями	централизованное горячее водоснабжение	ванные с местными водонагревателями	централизованное горячее водоснабжение	ванные с местными водонагревателями	централизованное горячее водоснабжение	ванные с местными водонагревателями	централизованное горячее водоснабжение	ванные с местными водонагревателями
Материал труб магистральных участков водопроводной сети	Стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием нанесенным методом центрифугирования	Стальные с внутренним полимерным покрытием	Полимерные ПНД	Железобетонные центрифугированные	Стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием, методом набрызга с последующим заглаживанием	Стальные с внутренним полимерным покрытием	Полимерные ПНД	Стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием нанесенным методом центрифугирования	Железобетонные центрифугированные	Стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием, методом набрызга с последующим заглаживанием
Длина водоводов от НС – II до Водонапорной башни, м	340	670	230	430	685	460	740	580	365	760
Предпоследняя цифра № паспорта	1 и 2		3 и 4		5 и 6		7 и 8		9 и 0	
Тип общественного здания. У каждого варианта два общественных здания.	Больница с общими ваннами и душами объёмом 42000 м ³	Предприятия общественного питания объёмом 1300 м ³	Дошкольное образовательное учреждение с дневным пребыванием детей со столовой на полуфабрикатах, объёмом 7000 м ³	Общежитие с общими душевыми объёмом 23000 м ³	Прачечная механизированная объёмом 5700 м ³	Баня с мытьем в мыльной и ополаскиванием в душе, 6000 м ³	Гостиница с общими ваннами и душами объёмом более 17000 м ³	Поликлиника, объёмом 9400 м ³³	Прачечная немеханизированная объёмом 3800 м ³	Дом отдыха с душевыми во всех номерах, объёмом 6000 м ³
Измеритель	450 коек	185 блюд	120 детей	350 мест	1260 кг сухого белья	450 посетителей	150 мест	85 больных	300 кг сухого белья	80 проживающих

Таблица 1.2 - Исходные данные по промышленному предприятию

Последняя цифра № паспорта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ширина зданий, м	64	61	22	39	17	43	34	56	51	45
Степень огнестойкости зданий	I	II	III	IV	IV	III	IV	I	I	II
Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	A	Б	В	Д	Г	В	Г	Б	Г	В
Объём зданий, тыс. м ³	180	38	67	3	18	34	18	90	70	350
	43	180	49	14	47	16	27	256	220	267
	125	240	30	38	3,6	4	8	190	430	87
Площадь территории предприятия, га	165	158	89	50	68	159	134	165	67	85
Предпоследняя цифра № паспорта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число рабочих смен	3	2	3	2	1	3	1	3	2	2
Количество рабочих в смену, чел.	500	400	300	800	200	180	500	600	700	800
Предпредпоследняя цифра № паспорта (первая цифра варианта)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход воды на производственные нужды, м ³ /смену	65	48	37	53	62	70	29	74	92	40
Количество рабочих в смену, принимающих душ, %	60	78	40	48	90	49	36	75	88	50
Источник водоснабжения	поверх- ностный	подзем- ный	поверх- ностный	подзем- ный	поверх- ностный	подзем- ный	поверх- ностный	подзем- ный	поверх- ностный	подзем- ный

Схемы водопроводной сети

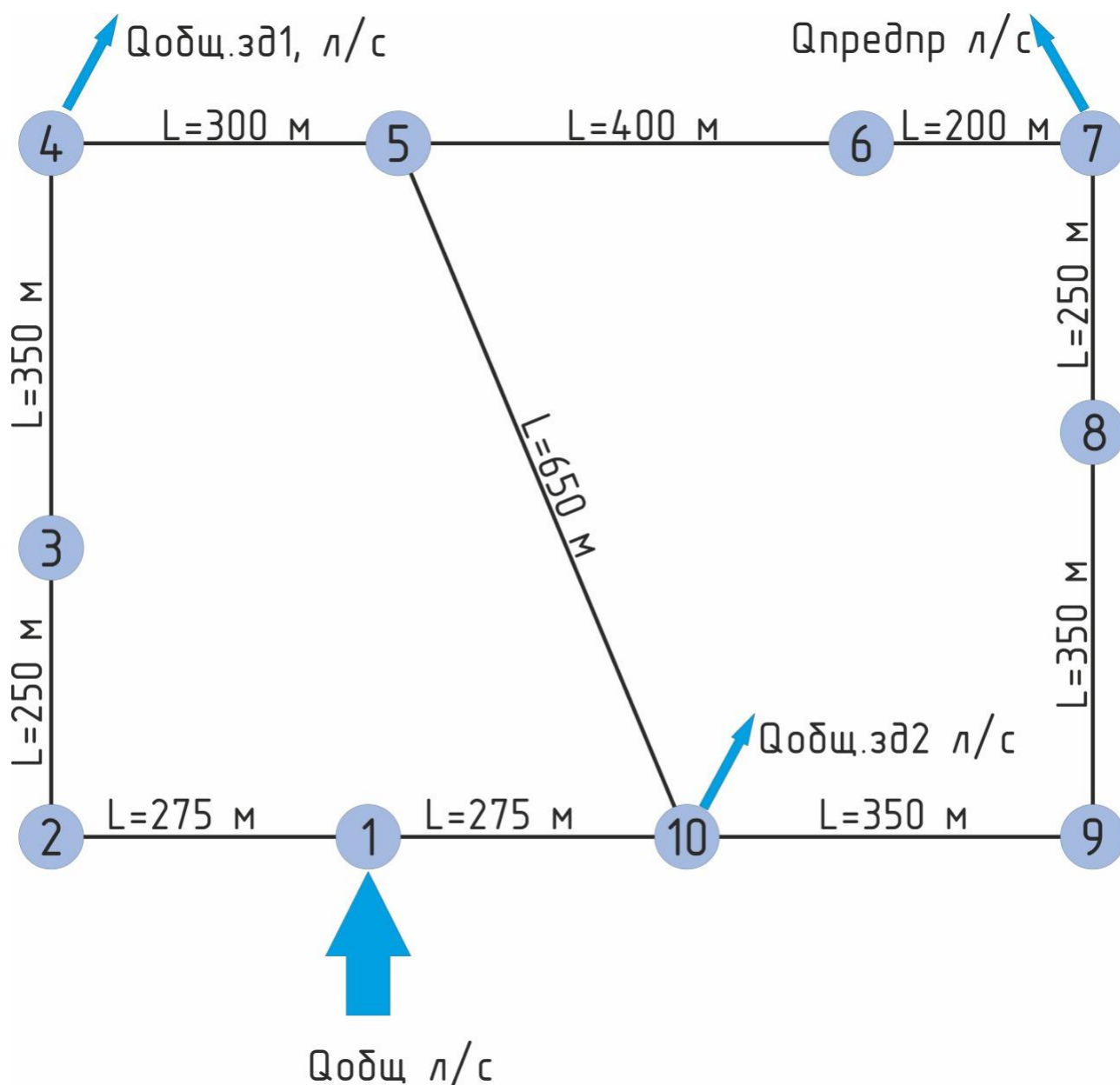


Рисунок 1 Расчетная схема водопроводной сети

Расчетная схема водопроводной сети для первого варианта представлена на рисунке 1. Ввод осуществляется в узел 1. В таблице 1.1 номер узла ввода воды в водопроводную сеть населенного пункта.

Отчетный материал

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка представляется в рукописном или электронном варианте. Она оформляется на одной стороне листа формата А4 (210*297 мм) с соблюдением следующих размеров полей: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 20 мм, нижнее – не менее 20 мм.

Страницы нумеруются арабскими цифрами. Все страницы курсового проекта, включая иллюстрации и приложения, нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы. Первой страницей считается титульный лист. На нем номер не ставят. На последующих страницах номер проставляют в низу по центру.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться цифрами с точкой в конце. Введение не нумеруется. Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела, например, «2.3» (третий подраздел второго раздела). Пункты нумеруют в пределах каждого подраздела, например, «1.1.2» (второй пункт первого подраздела первого раздела).

Иллюстрации обозначаются словом «рисунок» с последующим названием и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела, например, «Рисунок 2.3 - » (третий рисунок второго раздела).

Таблицы нумеруются последовательно в пределах раздела.

Курсовой проект выполняется согласно плана-графика, который предусматривает определение основных этапов ее написания. План-график утверждается руководителем. (Приложение 1).

На титульном листе указывается название учебного заведения, кафедры, дисциплины, по которой выполняется курсовой проект. Указывается специальное звание, фамилия, имя, отчество, (адрес электронной почты слушателя ИЗДО(ИБЖ)). На титульном листе указывается номер варианта. В нижней части титульного листа пишется год выполнения проекта. (Приложение 2).

Пояснительная записка должна включать следующее.

Содержание.

Введение.

Исходные данные для выполнения курсового проекта.

1. Обоснование принятой схемы водоснабжения.
2. Расчет потребного расхода воды на хозяйственно питьевые, производственные нужды населенного пункта и предприятия.
3. Определение расчетных расходов воды на пожаротушение.
4. Гидравлический расчет водопроводной сети населенного пункта.
5. Определение режима работы НС-II
6. Гидравлический расчет водоводов.
7. Расчет водонапорной башни.
8. Расчет резервуаров чистой воды.
9. Подбор насосов для насосной станции второго подъема.
10. Заключение.

Список использованной литературы.

Графическая часть:

- Схема водопроводной сети населенного пункта;
- Схема резервуара чистой воды;
- Схема водонапорной башни.
- Схема насосной станции НС-II.

Содержание включает наименование всех разделов, подразделов с указанием номеров страниц.

Введение курсового проекта должно содержать оценку современных систем водоснабжения и перспективу их развития. Основными направлениями экономического и социального развития России.

Во введении указывается актуальность и значимость темы, степень ее разработанности в литературе, в том числе определяются существующие в науке и практике подходы к проблеме, формулируются цели и задачи курсового проекта.

Заключение. В этом разделе подводятся итоги проекта, формулируются важнейшие выводы и рекомендации о возможности внедрения полученных результатов в практической деятельности.

Список использованной литературы включает в себя:

- нормативно-правовые акты;

- научно-техническую литературу;

В список литературы включаются источники, изученные в процессе работы над проектом, в т.ч. те, на которые автор работы ссылается. Список литературы составляется с учетом правил оформления библиографии.

По тексту пояснительной записки должны быть показаны: расчетные схемы водопроводной сети населенного пункта с указанием всех необходимых величин. Схема водопроводной сети с узловыми расходами. Расчетные схемы водопроводной сети с предварительно распределенными расходами «до пожара» и «при пожаре». Расчетные схемы водопроводной сети с окончательно распределенными расходами «до пожара» и «при пожаре». На схеме городской водопроводной сети необходимо расставить пожарные гидранты с установкой запорной арматуры. На схеме водонапорной башни необходимо отразить соответствующие размеры, полученные в ходе проведения расчетов. На схеме резервуара чистой воды необходимо предусмотреть устройство для сохранения неприкосновенного пожарного запаса воды и указать расчетные объемы регулирующего и неприкосновенного пожарного запаса воды. Схемы водонапорной башни и резервуара чистой воды выполняются в соответствующем масштабе на отдельных листах формата А4 с обязательным указанием размеров, полученных в результате расчетов.

Графическая часть должны соответствовать требованиям ЕСКД. Чертежи рекомендуется выполнять в карандаше в масштабе, принятом при реальном проектировании. Чертежи должны иметь рамку и в правом углу штамп основной надписи.

При выполнении курсового проекта рекомендуется пользоваться актуальными методическими указаниями, а также литературой, указанной в списке.

Получив задание и выбрав согласно трех последних цифр общероссийского паспорта исходные данные, курсант (слушатель) знакомится с методическими указаниями, выясняет объём и содержание курсового проекта, изучает нормативную литературу и приступает к выполнению курсового проекта.

Защита курсового проекта проводится индивидуально, в срок, определенный кафедрой. Курсовой проект обучающийся защищает перед руководителем. Руководитель может пригласить на защиту других преподавателей кафедры.

Курсант (слушатель) на защите должен быть готов:

- к краткому изложению основного содержания курсового проекта, результатов проведенных расчетов;
- к собеседованию по отдельным, как правило ключевым моментам работы;
- к ответу на дополнительные и уточняющие содержание курсового проекта вопросы.

Предварительно ознакомившись с письменным отзывом, курсант (слушатель) дает пояснения по существу критических замечаний по курсовому проекту, отвечает на вопросы руководителя и других присутствующих на защите лиц, аргументировано обосновывает свои выводы.

При получении неудовлетворительной оценки обучаемый обязан повторно выполнить курсовой проект по новому варианту или переработать прежний. Курсовой проект выполненный, не по своему варианту к защите не допускается.

Защита проекта, в том числе повторная, должна завершиться до начала экзамениционной сессии.

1. Обоснование принятой схемы водоснабжения

При обосновании принятой схемы водоснабжения автору работы необходимо описать весь процесс движения воды от источника водоснабжения к потребителю. Источник водоснабжения определяется согласно варианта. Необходимо описать назначение, особенность инженерных сооружений и запорно-регулирующих емкостей. В случае использования очистных сооружений необходимо отразить способы и виды очистки воды, предлагаемые к использованию.

2. Расчет потребного расхода воды на хозяйственно питьевые, производственные нужды населенного пункта и предприятия

При проектировании водопроводов в первую очередь следует определить то количество воды, которое водопровод должен пропустить и подать потребителю.

Подача объединённого водопровода должна обеспечить:

- хозяйственно питьевые нужды в жилых зданиях; водопотребление в общественных зданиях; расход воды на поливку улиц и зелёных насаждений; на работу фонтанов и т.д.;

- хозяйственно-питьевое потребление на предприятиях;

- водопотребление на промышленные нужды предприятий;

Нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды для населенных пунктов определяются в соответствии с п. 5.1, табл. 1 [1] и зависят от степени благоустройства районов жилой застройки.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут. м}}, \text{ м}^3/\text{сут}$ на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте следует определять по формуле

$$Q_{\text{ж}} = \sum q_{\text{ж}} N_{\text{ж}} / 1000$$

Примечание.

Формула дана в соответствии с официальным текстом документа.

где $q_{\text{ж}}$ – удельное водопотребление, принимаемое по таблице 1[1];

$N_{ж}$ – расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства (Принимается по варианту).

Количество воды на нужды промышленности, обеспечивающей население продуктами, и неучтенные расходы при соответствующем обосновании допускается принимать дополнительно в размере 10-15 % суммарного расхода на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта (п.5.1, таб. 1 примечание 2) [1]

$$Q_{сут.m} = (1.1 - 1.15)Q_{ж}$$

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления $Q_{сут.max}$, м³/сут, определяется по формуле:

$$Q_{сут.max} = K_{сут.max}Q_{сут.m}$$

где: $K_{сут.max}$ – коэффициент суточной неравномерности водопотребления учитывает уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели, принимать равным $K_{сут.max} = 1.1 - 1.3$, п. 5.2 [1].

Для застройки зданий, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией с ванными и местными водонагревателями, следует принимать $K_{сут.max} = 1.1$;

То же, с централизованным горячим водоснабжением $K_{сут.max} = 1.3$

Расчетный часовой расход воды $q_{ч.max}$ определяется по формуле

$$q_{ч.max} = K_{ч.max} Q_{сут.max} / 24$$

где: $K_{ч.max}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления определяется из выражения

$$K_{ч.max} = \alpha_{max}\beta_{max}$$

где α_{max} – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается – по п. 5.2 [1]; β_{max} – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимается по табл.2, п. 5.2 [1].

Для застройки зданий, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией с ванными и местными водонагревателями, следует принимать $\alpha_{max} = 1,2$;

То же, с централизованным горячим водоснабжением $\alpha_{max} = 1,4$.

$K_{q.max}$ - рассчитывается, а затем принимается ближайший больший табличный по приложению 3 методических указаний.

Расход воды на хозяйственно питьевые нужды в общественных зданиях зависит от назначения здания и определяется по формуле:

$$Q_{об.зд} = \frac{q_{об.зд} \cdot N_{из}}{1000},$$

где: $q_{об.зд}$ - норма расхода воды потребителями в сутки для общественных зданий принимается по приложению А таблица А.2 [2]; $N_{из}$ - количество измерителей.

Норма расхода воды в зданиях принимается в сутки со средним за год водопотреблением общая (в том числе горячей).

Общий расход воды по населенному пункту:

$$Q_{сут}^{н.п.} = Q_{сут.max} + \sum Q_{об.зд}$$

Расчетные величины хозяйственно-питьевого водопотребления в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий определяются по формулам:

Водопотреблением в смену $Q_{см.х-н}^{np}$

$$Q_{см.х-н}^{np} = \frac{(q_{н.х-н} \cdot N_{см})}{1000},$$

где: $q_{н.х-н}$ - норма водопотребления на одного человека в смену, принимается согласно п. 5.4 [1] и приложению А таблица А.2 [2]; $N_{см.}$ - количество работающих в смену (по заданию);

Суточное водопотребление $Q_{сут.х-н}^{np}$

$$Q_{сут.х-н}^{np} = Q_{см.х-н}^{np} \cdot n_{см},$$

где: $n_{см}$ - количество смен (по заданию).

Количество воды на пользование душем в бытовых помещениях промышленных предприятий определяется по формулам:

Водопотребление в смену $Q_{см}^{душ}$

$$Q_{см}^{душ} = 0,5 \cdot \tau \cdot N_c,$$

где: $\tau = 1$ ч продолжительность действия душа после смены; $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ - норма расхода воды через одну душевую сетку (приложению А таблица А.2 [2]); N_c – количество душевых сеток, шт.

$$N_c = \frac{N_{см}'}{5},$$

где: $N_{см}$ – количество рабочих, принимающих душ после смены (по заданию).

Под одной душевой сеткой в течение часа, исходя из санитарных норм, последовательно принимают душ 5 человек;

Суточное водопотребление на душ $Q_{сут}^{душ}$

$$Q_{сут}^{душ} = Q_{см}^{душ} n_{см},$$

где: $n_{см}$ - количество смен (по заданию)

Расход воды на производственные нужды предприятия принимается по заданию $Q_{см}^n$, который распределяется равномерно по часам смены. Принимаются восьмичасовые смены с 8 до 16 ч. – первая смена, с 16 до 24 – вторая смена, с 24 до 8 ч. – третья смена.

Часовой расход воды:

$$q_{ч}^{np} = \frac{Q_{см}^{np}}{\tau_{см}},$$

где: $\tau_{см}$ – продолжительность рабочей смены.

Суточное водопотребление на производственные нужды:

$$Q_{сут}^{np} = Q_{см}^{np} n_{см}$$

Суммарный расход воды по предприятию за сутки:

$$\sum Q_{сут}^{np} = Q_{сут, х-п}^{np} + Q_{сут}^{душ} + Q_{сут}^{np}$$

Общий расход воды по населенному пункту и предприятию за сутки:

$$\sum Q_{сут}^{об} = \sum Q_{сут}^{noc} + \sum Q_{сут}^{np}$$

Для определения режима работы насосных станций, емкости баков водонапорных башен и резервуаров чистой воды составляется таблица почасового суточного водопотребления и строится график водопотребления по часам суток.

[illegible]

3. Определение расчётных расходов воды на пожаротушение

Расчётные расходы воды для наружного пожаротушения в населённых пунктах и на промышленных предприятиях определяются по пп. 5.1 - 5.18. [3] Расчетное количество одновременных пожаров на промышленном предприятии следует определять в соответствии с п. 6.1[3]. Для внутреннего пожаротушения по п. 4.1.1-4.1.6 [4].

В населённых пунктах число одновременных пожаров и расход воды на один пожар зависят от количества жителей и этажности застройки. После того, когда определите расход воды на наружное пожаротушение в поселении, внимательно изучите примечание 1 п.5.1 [3]. Для определения расхода воды на наружное пожаротушение общественных зданий необходимо изучить Статью 32. Классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков по функциональной пожарной опасности Федерального закона №123-ФЗ от 22 июля 2008 г. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

На промышленных предприятиях число одновременных пожаров зависит от площади территории предприятий, а расчётный расход воды на наружное пожаротушение от степени огнестойкости зданий, класса конструктивной пожарной опасности зданий, категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, объёма, ширины здания, наличия автоматических установок пожаротушения.

Расчётное количество одновременных пожаров для объединённых водопроводов, обслуживающих населённые пункты и промышленные предприятия, зависит от площади территории предприятия и количества жителей в населённом пункте (п. 6.2 [3]).

Расчётные расходы воды для внутреннего пожаротушения и расчетное количество струй в населённых пунктах зависит от назначения здания, высоты (этажности), объёма, а на промышленных предприятиях от степени огнестойкости зданий, категории зданий по пожарной опасности, объёма зданий.

При определении расхода воды на внутреннее пожаротушение следует обратить внимание на п. 4.1.5 [4].

В курсовом проекте промышленное предприятие расположено вне населенного пункта, следовательно при определении общего расхода воды для пожаротушения необходимо внимательно изучить п. 6.2 [3].

4. Гидравлический расчет водопроводной сети

Гидравлический расчет водопроводной сети выполняется два раза. Первый раз при максимальном хозяйственно-производственном водопотреблении «до пожара». Второй раз «при пожаре».

Цель гидравлического расчета – определить потери напора в сети в этих двух случаях.

Задача гидравлического расчета "до пожара" сводится к определению расходов воды на каждом участке водопроводной сети, и по расходу подбираются диаметры труб.

При пожаре в водопроводную сеть добавляем расход воды на пожаротушение. В результате скорость движения воды в трубах увеличивается. Следовательно возникает вопрос: "Смогут ли трубы с диаметрами при пожаре пропустить весь расчетный расход воды"?

Гидравлический расчет сети выполняется в следующей последовательности:

1. определяется равномерно распределенный расход вычитанием суммы сосредоточенных расходов из общего расхода в час максимального водопотребления:

$$Q_{рас}^{noc} = Q_{noc.нр} - \sum_{i=1}^{i=n} Q_{сосред} = Q_{noc.нр} - Q_{нр} - Q_{об.зд},$$

где: n -количество сосредоточенных отборов воды

2. определяется удельный расход воды; т.е. равномерно распределенный расход, приходящийся на единицу длины водопроводной сети:

$$q_{уд} = \frac{Q_{рас}^{пос}}{\sum_{j=1}^m l_j},$$

где: l_j – длина участка; m – кол-во участков; j – номер участка;

3. определяются равномерно распределенные расходы по длине участков (путевые отборы):

$$Q_{пут. j} = q_{уд} l_j$$

4. определяются узловые расходы воды, которыми заменяются путевые отборы:

$$q_{узл} = 0,5(\sum Q_{пут. j}),$$

где: $\sum Q_{пут. j}$ – сумма путевых отборов на участках, прилегающих к данному узлу;

5. к узловым расходам добавляются сосредоточенные расходы, а при пожаре к узлам согласно расчету воды, на пожаротушение;

6. выполняется предварительное распределение расходов по участкам сети. При распределении для каждого узла должно выполняться следующее условие (1-й закон Кирхгофа: сумма расходов воды, подходящих к каждому узлу, равна сумме расходов воды, выходящих из узла). Распределение расходов можно начинать от диктующей точки, т.е. конечной точки подачи воды, а можно от начальной точки, т.е. точки подвода воды в сеть.

Перед распределением расходов необходимо наметить направление потоков воды в сети от точки ввода воды в сеть до диктующей точки. Предварительное распределение выполняется при максимальном хозяйственно-производственном водопотреблении и при пожаре;

7. определяются диаметры труб участков сети по предварительно распределенным расходам «при пожаре» и значению экономического фактора с использованием таблиц экономичных предельных расходов (приложение 5). Экономический фактор учитывает стоимость электроэнергии, коэффициент полезного действия насосных установок, стоимость строительства водопроводной сети и сооружений и т.п. При современной стоимости электроэнергии для всех

районов страны за исключением Якутской Магаданской, Камчатской и Сахалинской областей) можно использовать следующие значения экономического фактора

Таблица 4.1 – Зависимость экономического фактора от материала труб

Материал Труб	Сталь	Чугун	Железобетон	Асбестоцемент	Пластмасса
Экономич. фактор	1	1	1	0,75	0,5

Предельным расходом для данного диаметра труб является такой расход, при котором этот диаметр экономически равноценен следующему сортаментному диаметру. При расходе, превышающем предельный, следует принимать следующий сортаментный диаметр.

Предельные экономические расходы для труб из стали, чугуна, асбестоцемента и пластмассы при указанных значениях экономического фактора $\mathcal{E}$ приведены в приложении 5.

8. выполняется увязка сети.

Для каждого кольца выбирается условно положительное направление, например, направление движения часовой стрелки. Если направление движения потока воды на участке совпадает с условно положительным направлением, то потери напора Δh на этом участке считаются положительными, а если не совпадают, то отрицательными рисунок 3.1. Увязать сеть – значит добиться выполнения следующих соотношений:

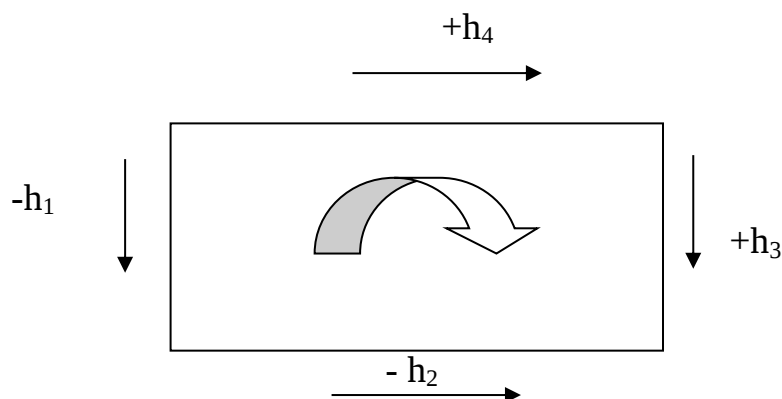


Рисунок 4.1 - Кольцевая водопроводная сеть

$$\sum_{j=1}^{j=m} q_j = 0 - \text{для узлов (первый закон Кирхгофа),}$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} h_i = 0 - \text{для колец (второй закон Кирхгофа).}$$

Здесь n - кол-во участков в кольце; m - кол-во расходов, подходящих к узлу и отходящих от него.

Первое соотношение (для узлов) для найденных расходов воды должно соблюдаться, т.к. оно использовалась при предварительном распределении расходов по участкам.

Выполнение второго соотношения (для колец) добиваются увязкой водопроводной сети, например, методом Лобачева-Кросса. Сущность метода состоит в следующем:

Для кольца на рисунке 4.1 можно записать:

$$\sum_{i=1}^{i=4} h_i = \Delta h, \text{ т.е. } h_3 + h_4 - h_1 - h_2 = \Delta h.$$

Величина Δh называется невязкой сети.

Если сумма условно положительных потерь напора больше суммы условно отрицательных потерь напора, то $\Delta h > 0$. Значит, чтобы уменьшить величину Δh (приблизить ее к нулю), необходимо расходы на участках с условно положительными потерями напора уменьшить, а на участках с условно отрицательными потерями напора увеличить на величину некоторого поправочного расхода.

Если $\Delta h < 0$, то, наоборот, расходы на участках с условно положительными потерями напора надо увеличить, а на участках с условно отрицательными потерями напора уменьшить на величину поправочного расхода. Увязка сети (введение поправочного расхода) продолжается до тех пор, пока не будет выполняться соотношение:

$$\Delta h \leq [\Delta h],$$

где: $[\Delta h]$ – допустимая величина невязки. Можно принять $[\Delta h] = 1 \text{ м}$.

Если сеть состоит из нескольких колец, то необходимо добиваться выполнения указанного соотношения для каждого кольца. Потери напора h на участке следует определять по формулам:

$$h = il,$$

,

где: i – гидравлический уклон, т.е. потери напора на единицу длины трубопровода; l – длина трубопровода, м;

$$i = Kq^n/d^p$$

Значения коэффициента K и показателей степени n и p следует принимать согласно приложения 6 методических указаний.

Расчетные внутренние диаметры металлических, асбестоцементных, пластмассовых (полиэтиленовых), стеклянных труб по данным соответствующих ГОСТов приведены в приложении 4. Расчетные внутренние диаметры железобетонных труб на основании [6] и [7] следует принимать равными диаметрам условных проходов.

Поправочный расход Δq для кольца можно определить по формуле:

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{h_i}{q_i} \right) \right)},$$

где: h_i – потери напора на участке; q_i – расход воды по участку; n – количество участков в кольце.

Для каждого кольца получается своя величина поправочного расхода. Если участок сети является общим для двух колец, то поправочный расход на таком участке определяется как сумма поправочных расходов (с учетом их знаков) для каждого кольца.

5. Определение режима работы НС-2

Выбор режима работы насосной станции второго подъема (НС-II) определяется графиком водопотребления. В те часы, когда подача НС-II больше водопотребления поселка, избыток воды поступает в бак водонапорной башни, а в часы, когда подача НС-II меньше водопотребления поселка, недостаток воды поступает из бака водонапорной башни. Для обеспечения минимальной емкости бака график подачи воды насосами стремятся максимально приблизить к графику водопотребления. Однако частое включение и выключение насосов усложняет эксплуатацию насосной станции и отрицательно сказывается на электрической аппаратуре управления насосными агрегатами. Установка большой группы насосов с малой подачей приводит к увеличению площади НС-II и КПД насосов с меньшей подачей ниже, чем КПД насосов с большей подачей. Поэтому обычно принимают двух или трехступенчатый режим работы НС-II. При любом режиме работы НС-II подача насосов должна обеспечить полностью (100%) потребление воды поселком.

6. Гидравлический расчет водоводов

Цель гидравлического расчета водоводов - определить потери напора при пропуске расчетных расходов воды. Водоводы, как и водопроводная сеть, рассчитываются по двум режимам работы:

- на пропуск хозяйственно-питьевых, производственных расходов воды в соответствии с режимом работы НС-II.
- и на пропуск максимальных хозяйственно-питьевых, производственных расходов и расходов на пожаротушение с учетом требований п.5.12 [3].

7. Расчет водонапорной башни

Водонапорная башня предназначена для регулирования неравномерности водопотребления, хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды и создания требуемого напора водопроводной сети.

7.1. Определение высоты водонапорной башни

Высота водонапорной башни определяется по формуле

$$H_{\text{вб}} = 1,1h_c + H_{\text{св}} + z_{\text{дм}} - z_{\text{вб}},$$

где: 1,1 – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях (п. 4, приложение 10 [5]); h_c – потери напора водопроводной сети при работе ее в обычное время; $z_{\text{дм}}, z_{\text{вб}}$ – геодезические отметки соответственно в диктующей точке и вместе установки башни.

Минимальный свободный напор $H_{\text{св}}$ в диктующей точке сети при максимально хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здании согласно п.5.11 [1] должен быть равен:

$$H_{\text{св}} = 10 + 4(n - 1)$$

где: n – число этажей.

7.2. Определение ёмкости бака водонапорной башни.

Ёмкость бака водонапорной башни должна быть равна п. 12.1 [1].

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{нз}},$$

где: $W_{\text{рег}}$ – регулирующая емкость бака

$$W_{\text{рег}} = \frac{(K \sum Q_{\text{сут}}^{\text{об}})}{100} \text{ м}^3,$$

где: K – коэффициент, учитывает регулирующий объем бака водонапорной башни в % от суточного расхода воды в поселке; $\sum Q_{\text{сут}}^{\text{об}}$ – общий расход воды в населенном пункте за сутки; $W_{\text{нз.}}$ – объем неприкосновенного запаса воды, величина которого определяется в соответствии с п. 9.5 [3] из выражения:

$$W_{\text{нз}} = W_{\text{нз.пож}}^{10 \text{ мин}} + W_{\text{нз.х-п}}^{10 \text{ мин}}$$

Первое слагаемое $W_{нз.пож}^{10.мин}$ — запас воды, необходимый на 10-ти минутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожара; второе слагаемое $W_{нз.х-п}^{10.мин}$ — запас воды на 10 минут, определяемый по максимальному расходу воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Регулирующий объем воды в емкостях (резервуарах, баках водонапорных башен) должен определяться на основании графиков поступления и отбора воды.

8. Расчет резервуаров чистой воды

Резервуары чистой воды предназначены для регулирования неравномерности работы насосных станций I и II подъемов и хранения неприкосновенного запаса воды на весь период пожаротушения.

$$W_{p.ч.в.} = W_{рег} + W_{нз}$$

Регулирующая емкость резервуаров чистой воды может быть определена на основе анализа работы насосных станций I и II подъемов.

Режим работы НС-I обычно принимается равномерным, так как такой режим наиболее благоприятен для оборудования НС-I и сооружений для обработки воды. При этом НС-I также, как и НС-II должна подать все 100% суточного расхода воды в поселке. Следовательно, часовая подача воды НС-I составит $100/24=4,167\%$ от суточного расхода воды в поселке. Режим работы НС-II приведен в разделе 4.

Неприкосновенный запас воды $W_{нз}$ в соответствии с п.9.3[3] определяется из условия обеспечения пожаротушения из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов (пп. 5.1 — 5.9, 5.12 — 5.15, 6.1 — 6.3 [3]) и (4.1.1. и 4.1.2. [4]), а также специальных средств пожаротушения (спринклеров, дренчеров и др., не имеющих собственных резервуаров) согласно пп. 5.10 и 5.11 [3]; и обеспечения максимальных хозяйственно-питьевых и производственных нужд на весь период пожаротушения с учетом требований п. 5.13 [3].

Таким образом,

$$W_{нз} = W_{нз.пож} + W_{нз.х-п}$$

При определении объема неприкосновенного запаса воды в резервуарах допускается учитывать пополнение их водой во время тушения пожара, если подача воды в резервуары осуществляется системами водоснабжения I и II категории по степени обеспеченности подачи воды, то есть

$$W_{нз} = (W_{нз.пож} + W_{нз.х-п}) - W_{нс-1}$$

При определении $Q_{пос.пр}$ не учитываются расходы воды на поливку территории, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования на

промышленном предприятии, а так же расходы воды на поливку растений в теплицах, т.е. если эти расходы попали в час макс. водопотребления, то их следует вычесть из общего расхода воды (п. 5.12 [3]) если при этом $Q'_{поспр}$ окажется ниже, чем водопотребление в какой-либо час, когда душ не работает, то макс. расход воды для др. часа следует принимать в соответствии с графой 10 табл. 10.1 примера.

Согласно п. 9.7 [3] общее количество резервуаров должно быть не менее 2х, причем уровни НПЗ воды должны быть на одинаковых отметках, при выключении одного резервуара в остальных должно храниться не менее 50% НПЗ, а оборудование резервуаров должно обеспечивать возможность независимого включения и опорожнения каждого резервуара.

9. Выбор типа насосной станции второго подъема

НС–II бывают двух типов – низкого и высокого давления (рис. 9.1). Выбор типа НС–II зависит от соотношения требуемых напоров насосов при работе сети в обычное время (без пожара) и при пожаре. В обычное время НС–II обеспечивает подачу воды на хозяйственно-питьевые, производственные и другие цели (без расхода воды на пожаротушение). В этом случае напор насосов, работающих на сеть без водонапорной башни, определяется по формуле

$$H'_{\text{хоз}} = 1,05(h'_{\text{вс}} + h'_{\text{вод}} + h'_c) + H'_{\text{св}} + \Delta z', \quad (9.1)$$

а насосов, работающих на сеть с водонапорной башней (ВБ), по формуле

$$H''_{\text{хоз}} = 1,05(h'_{\text{вс}} + h'_{\text{вод}}) + H''_{\text{св}} + \Delta z'', \quad (9.2)$$

где $H'_{\text{св}}$ и $H''_{\text{св}}$ – свободные напоры соответственно в диктующей точке сети и у основания ВБ; $h'_{\text{вс}}$, $h'_{\text{вод}}$, h'_c – потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе, в водоводе, в сети в обычное время; $\Delta z'' - \Delta z'$ – разность геометрических отметок соответственно диктующей точки и наинизшего уровня воды в резервуарах чистой воды (РЧВ) и основания ВБ и наинизшего уровня воды в РЧВ.

Напор при пожаре определяется по формуле

$$H_{\text{пож}} = 1,05(h_{\text{вс}} + h_{\text{вод}} + h_c) + H_{\text{св}} + \Delta z, \quad (9.3)$$

где $h_{\text{вод}}$, $h_{\text{вс}}$, h_c – потери напора соответственно в водоводе, во всасывающем трубопроводе, в сети при пожаре; $H_{\text{св}}$ – свободный напор в диктующей точке сети; Δz – разность геометрических отметок между диктующей точкой сети при пожаре и наинизшем уровне воды в РЧВ.

Если выполняется соотношение

$$H_{\text{пож}} - H_{\text{хоз}} \geq 10 \text{ м}, \quad (9.4)$$

то устраивается насосная станция высокого давления.

Насосная станция высокого давления (рис. 9.1, а) – станция, на которой устанавливаются специальные пожарные насосы, создающие напор $H_{\text{пож}}$ и обеспечивающие подачу воды на пожаротушение, на хозяйственно-питьевые и производственные цели (исключая расходы на промышленных предприятиях ΔQ на душ, поливку территории, мойку технологического оборудования).

Таким образом,

$$Q_{\text{нас.пож}} = Q_{\text{пож}} + Q_{\text{хоз.пит}} + Q_{\text{пр}} - \Delta Q. \quad (9.5)$$

На насосной станции высокого давления в обычное время работают хозяйственные насосы. При пожаре включается пожарный насос, который создает больший напор, чем хозяйственные насосы, закрывая обратные клапаны на напорных трубопроводах хозяйственных насосов, в результате чего последние работают вхолостую. Поэтому, после включения пожарного насоса, хозяйственные насосы выключают. При этом пожарный насос обеспечивает полный расход воды.

Если $H_{\text{пож}} - H_{\text{хоз}} < 10$ м или $H_{\text{пож}} < H_{\text{хоз}}$, то устраивается насосная станция низкого давления. Насосная станция низкого давления (рис.9.1,б) – станция, на которой устанавливаются одинаковые насосы, то есть специальных пожарных насосов нет. Насосная станция низкого давления работает следующим образом. В обычное время работают основные (рабочие) хозяйственные насосы, а при пожаре для обеспечения дополнительного расхода включается дополнительный насос такого же типа, что и рабочие.

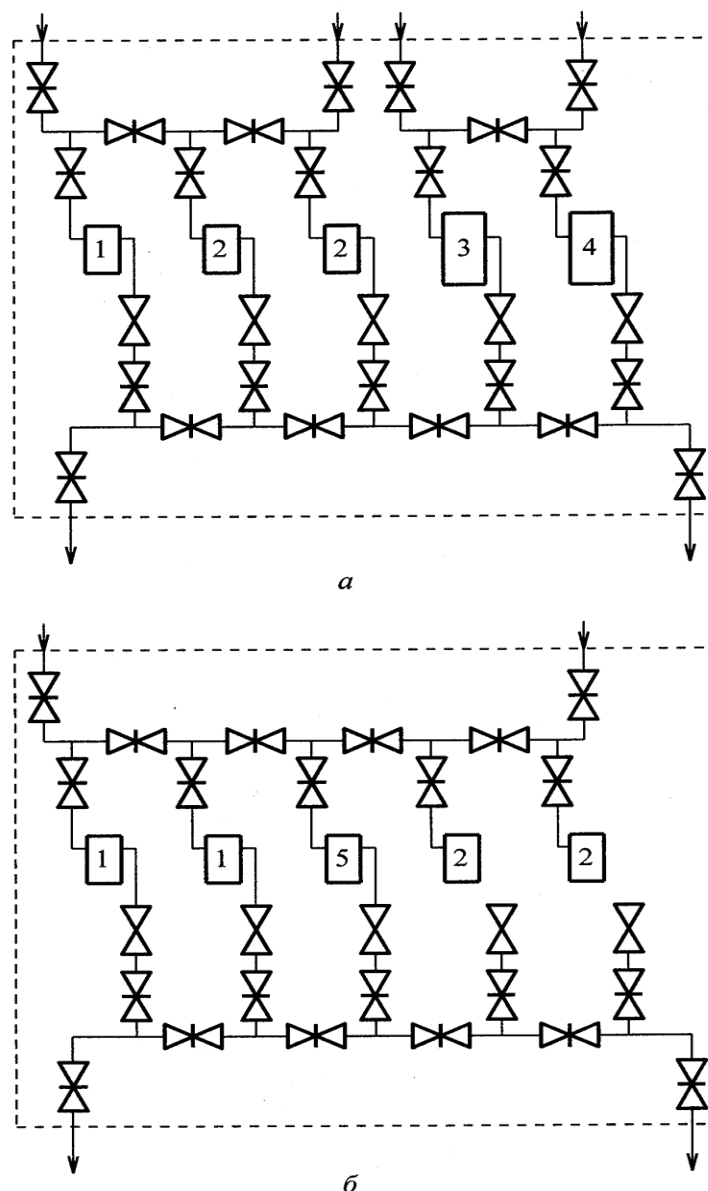


Рисунок 9.1 - Схема насосной станции НС-II:

а – высокого давления; *б* – низкого давления;

насосы: 1 – хозяйственные (основные); 2 – хозяйственные (резервные); 3 – специальные противопожарные (основные); 4 – противопожарные (резервные); 5 – противопожарные того же типа, что и хозяйственные.

На схемах необходимо правильно расставить арматуру водопроводной сети. Лишнее убрать, необходимое добавить.

Подбор марок насосов можно выполнять по сводному графику полей Q-H (приложение 9 и 10). На графике по оси абсцисс отложена подача насосов по оси ординат напор и для каждой марки насосов приведены поля, в пределах которых

могут изменяться эти величины. Поля образованы след. образом. Верхняя и нижняя границы – это соответственно характеристики Q-H для данной марки насоса с наибольшим и наименьшим диаметром рабочего колеса в выпускаемой серии. Боковые границы полей ограничивают область оптимального режима работы насосов, т.е. область, соответствующую максимальным значениям КПД. При выборе марки насоса необходимо учесть, что расчетные значения подачи и напора насоса должны лежать в пределах его поля Q-H.

Предлагаемые насосные агрегаты должны обеспечивать минимальную величину избыточных напоров, развиваемых насосами при всех режимах работы, за счет использования регулирующих емкостей, регулирования числа оборотов, изменение числа и типа насосов, обрезки и замены рабочих колес в соответствии с изменением условий их работы в течение расчетного срока (п.7.3 [3]).

Категорию насосной станции по степени обеспеченности подачи воды следует принимать по п. 7.1 [3], а количество резервных агрегатов, п. 7.4 [3].

При определении количества резервных агрегатов надо учитывать, что в количестве рабочих агрегатов включаются пожарные насосы. В насосных станциях высокого давления при установке специальных пожарных насосов следует предусматривать один резервный пожарный агрегат.

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет
государственной противопожарной службы

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники
и автомобильного хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель

(должность, специальное звание)

подпись

инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20 ____

ПЛАН-ГРАФИК
выполнения курсового проекта

ТЕМА: Гидравлический расчет наружного объединенного водопровода
населенного пункта и промышленного предприятия

Курсант (слушатель) _____
(звание, фамилия, имя, отчество)

(курс, № группы)

№ п/п	Разделы, подразделы и их содержание	Сроки выполнения	Отметка руководителя о выполнении

Подпись курсанта (слушателя) _____

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет
государственной противопожарной службы

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники
и автомобильного хозяйства

Курсовой проект
по курсу «Гидравлика и противопожарное водоснабжение»

ТЕМА: Гидравлический расчет наружного объединенного водопровода
населенного пункта и промышленного предприятия

Вариант _____

Выполнил _____
(звание, фамилия, имя, отчество)

(курс, № группы, № паспорта)

Руководитель _____
(ученая степень, ученое звание)

(специальное звание, ФИО)

Дата защиты _____

Оценка _____

(подпись руководителя)

Санкт-Петербург (год)

Приложение 3

Распределение суточного расхода воды по часам суток, %

[illegible]

Приложение 4

[illegible]

Предельные экономические расходы

Условный проход, м	Материал труб			Наружный диаметр, м	Материал труб Пластмасса Э=0,75
	Сталь Э=1	Чугун Э=1	Асбестоцемент Э=0,75		
0,075	5,2/0,083		-	0,075	3,7/0,0614
0,080	7,3/0,095	5,2/0,0826	-	0,090	5,9/0,0735
0,100	10,6/0,114	8,4/0,102	10,2/0,100	0,110	8,8/0,0901
0,125	15,1/0,133	13,3/0,1272	-	0,125	11,9/0,102
0,150	19,8/0,158	22,4/0,1524	22,1/0,141	0,140	13,7/0,115
0,175	26,5/0,170	-	-	0,160	18,2/0,131
0,200	42,0/0,20	40,6/0,2026	44,0/0,189	0,180	24,4/0,147
0,250	65,0/0,260	65,3/0,253	71,0/0,235	0,200	32,4/0,164
0,300	93,0/0,311	96,0/0,3044	103/0,279	0,225	41,8/0,184
0,350	128/0,363	132/0,3524	144/0,322	0,250	55,4/0,204
0,400	167/0,412	175/0,4014	217/0,368	0,280	78,9/0,229
0,450	213/0,466	227/0,4506	-	0,315	105/0,280
0,500	286/0,516	313/0,5008	689/0,456	0,355	156/0,315
0,600	402/0,616	461/0,6002	-	0,400	208/0,355
0,700	537/0,706	642/0,6994	-	0,450	285/0,399
0,800	705/0,804	857/0,7998	-	0,500	378/0,461
0,900	897/0,904	1110/0,8992	-	0,560	522/0,518
1,00	1213/1,004	1532/0,9984	-	0,630	1260/0,582

Примечание. В числителе - расход воды Q, л/с; в знаменателе – расчетный внутренний диаметр d_p, м.

Значения коэффициента K и показателей степени n и p

Вид труб	$1000K$	p	n
1 Хризотилцементные	1,180	4,89	1,85
2 Железобетонные виброгидропрессованные	1,688	4,89	1,85
3 Железобетонные центрифугированные	1,486	4,89	1,85
4 Стальные и чугунные с внутренним полимерным или полимерцементным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	1,180	4,89	1,85
5 Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом набрызга с последующим заглаживанием	1,688	4,89	1,85
6 Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	1,486	4,89	1,85
7 Полимерные	1,052	4,774	1,774

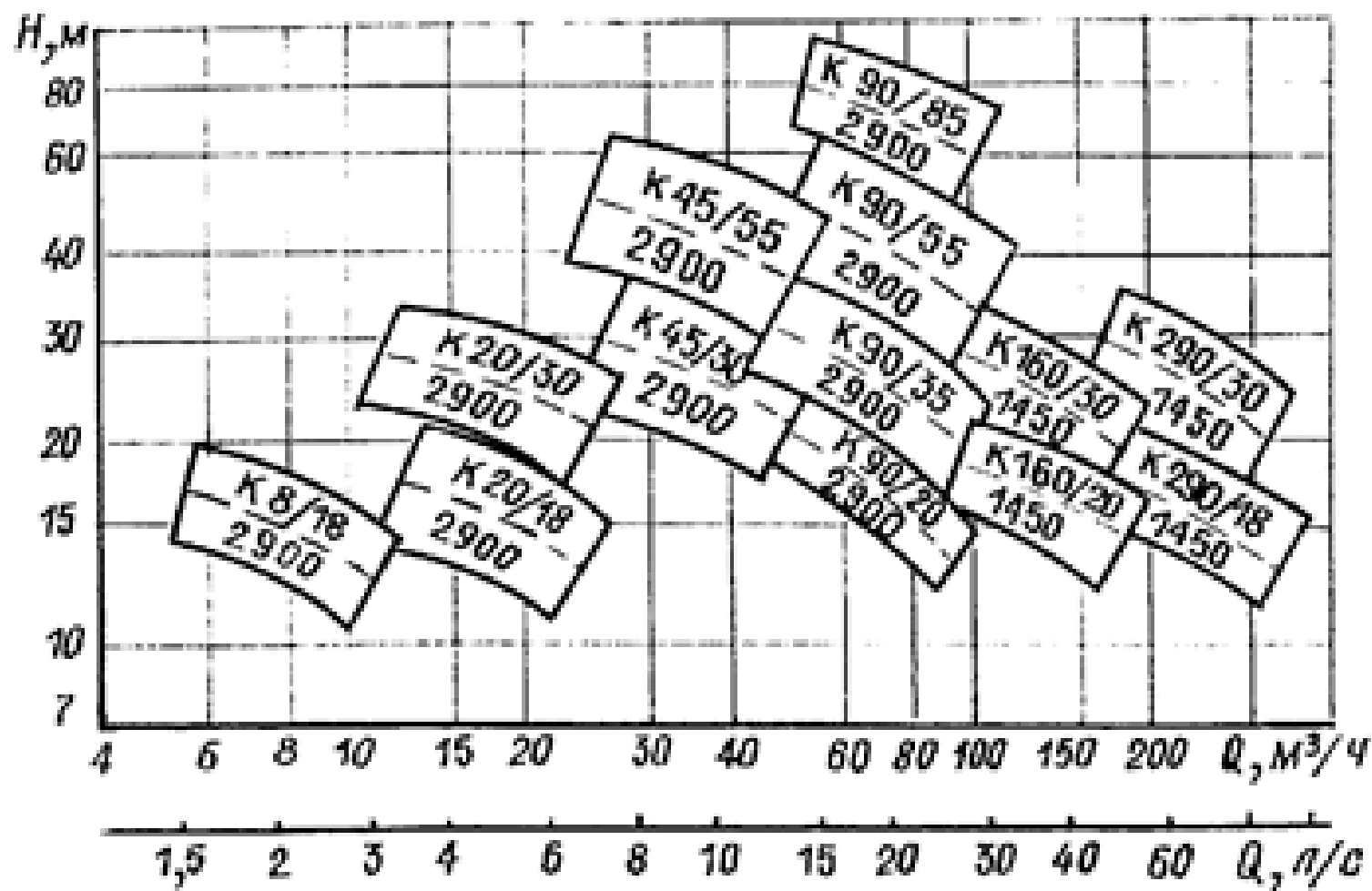
Основные параметры водонапорных башен

Тип башни и номер типового проекта	Емкость бака, м ³	Высота башни до дна бака, м
Башни со сборным железобетонным стволом и стальным баком цилиндрической формы 901-5-33.85 901-5-35.85	50 100	12;15;18;21;24;27;30 12;15;18;21;24;27;30
Бесшатровые кирпичные башни со стальным баком цилиндрической формы 901-5-9/70 901-5-23/70 901-5-24/70	150 200 300	12;15;18;21;24;30;36 12;15;18;21;24;30;36 12;15;18;21;24;30;36
Железобетонные башни 901-5-22/70 901-5-26/70 901-5-12/70 901-5-28/70	100 200 500 800	15;17,5;22,5;25;27,5;30;32,5;35;37,5;40 15;17,5;22,5;25;27,5;30;32,5;35;37,5;40 15;17,5;22,5;25;27,5;30;32,5;35;37,5;40 15;17,5;22,5;25;27,5;30;32,5;35;37,5;40

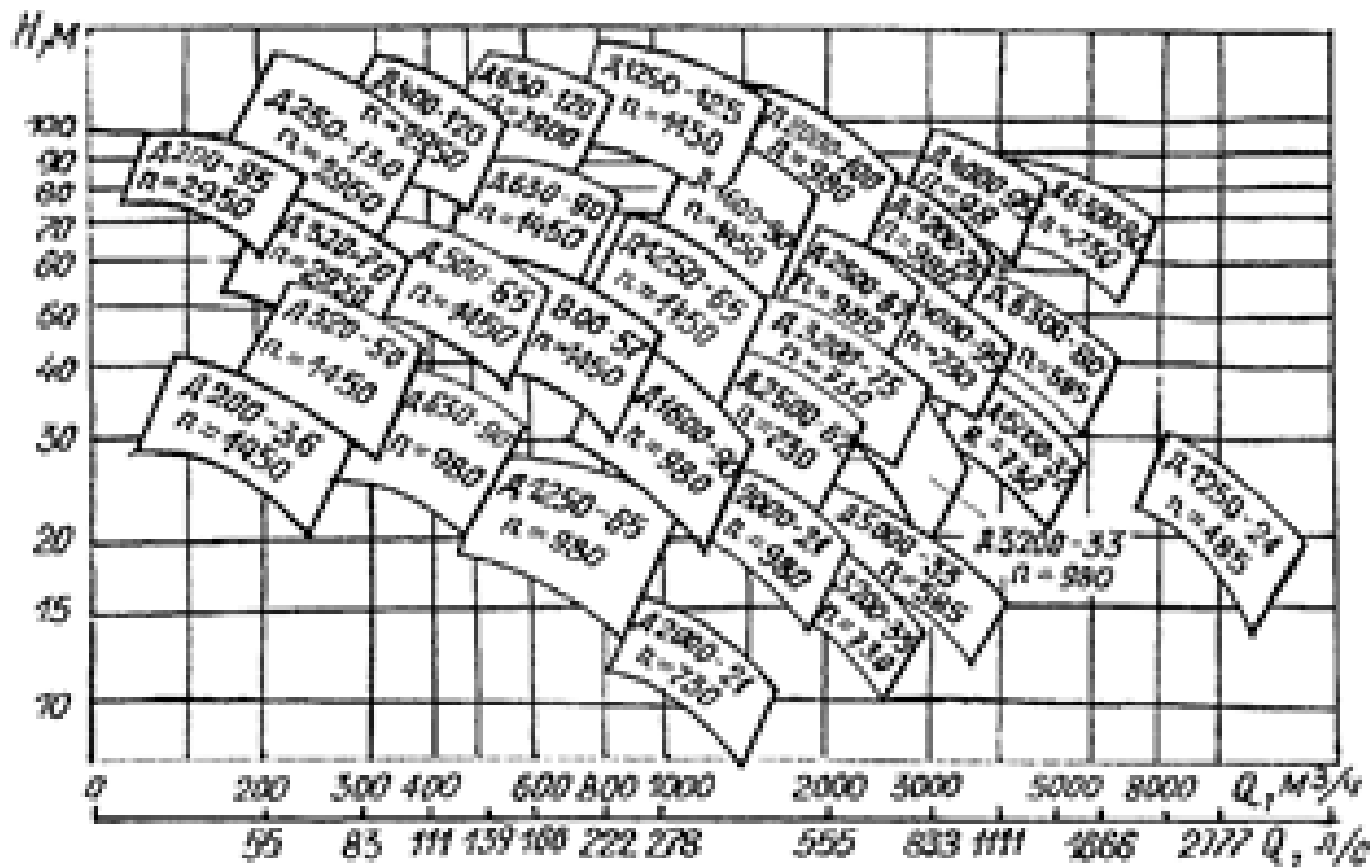
Типовые прямоугольные подземные резервуары для воды из сборного железобетона

Номер проекта	Емкость, 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

Сводный график полей Q-H центробежных консольных насосов типа К и КМ



Сводный график центробежных насосов двустороннего входа типа Д (НД)



Габаритные размеры и диаметры патрубков центробежных консольных насосов типа К и КМ

Марка насоса	Габаритные размеры, мм			Диаметры патрубков, мм	
	Длина	Ширина	Высота от фунда- мента до оси насоса	Всасывающего	Нагнетательного
1	2	3	4	5	6
К 8/18(1,5К6)	585	240	235	40	32
К 20/18(2К-9)	563	240	235	50	40
К 20/30(2К-6)	587	273	235	50	40
К 45/30(3К-9)	723	308	275	80	50
К 45/55(3К-6)	1080	550	220	80	50
К 90/20(4К-18)	723	308	275	100	80
К 90/30(4К-12)	1270	600	355	100	70
К 90/55(4К-8)	1090	615	355	100	70
К 90/85(4К-6)	1270	615	355	100	70
К 160/20(6К-12)	1055	460	300	150	100
К 160/30(6К-8)	1090	460	300	150	100
К 290/16(8К-12)	1090	460	300	200	150
К290/30(8К-6)	1270	615	355	200	125

Габаритные размеры и диаметры патрубков центробежных насосов двустороннего входа типа Д (НД)

Марка насоса	Габаритные размеры, мм			Диаметр патрубков, мм	
	Длина	Ширина	Высота от фундамента до оси насоса	Входного (всасываю- щего)	Нагнетательного
1	2	3	4	5	6
Д 200-36(5НДв-60)	1428	650	500	150	125
Д 200-95(4НДв-60)	1490	640	450	150	100
Д 250-130	1490	640	450	150	100
Д 320-50(6НДв)	1625	760	550	200	150
Д 320-70(6НДс-60)	1700	740	555	200	150
Д 500-36	2100	850	515	250	150
Д 500-65(10Д-6)	2112	860	515	250	150
Д 630-90(8НДв)	2210	940	650	250	200
Д 800-28	2300	860	690	300	250
Д 800-57(12Д-9)	2300	860	690	300	250
Д 1250-14	2300	880	800	350	300
Д 1000-40	2300	880	800	300	250
Д 1250-65(12НДс)	2378	880	800	350	300
Д 1250-125(14Д-6)	2400	900	750	350	200
Д 1600-90(14НДс)	2500	950	870	400	350
Д 2000-21(16НДн)	2654	1400	940	500	400
Д 2000-100(20Д-6)	2930	1580	950	500	300
Д 2500-17	3050	1400	900	500	300
Д 2500-45	3050	1400	900	500	300
Д 2500-62(18НДс)	3070	1250	950	500	450
Д 3200-20	3150	1360	1000	600	500
Д 3200-33(20НДн)	3150	1360	1000	600	500
Д 3200-53	3500	1700	1050	600	500
Д 3200-75(20НДс)	3500	1700	1080	600	500
Д 4000-21	3600	1750	1100	700	600
Д 4000-95(22НДс)	3635	1800	1150	700	600
Д 5000-32(24НДс)	3670	1800	1170	800	600
Д 5000-50	3680	1800	1190	800	600
Д 6300-27(32Д-19)	3850	1800	1200	800	600
Д 6300-80(24НДс)	3940	2300	1200	800	600
Д 12500-24(48Д-22)	4500	2350	2000	1200	900

Список используемых источников

1. СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Пересмотр СП 31.13330.2012 "СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения". (УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. N 1016/пр и введен в действие с 28 января 2022 г.)
2. СП 30.13330.2020 "Внутренний водопровод и канализация зданий. Пересмотр СП 30.13330.2016 "СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий", (УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. N 920/пр и введен в действие с 1 июля 2021 г.)
3. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 30 марта 2020 г. N 225.
4. СП 10.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий России от 27 июля 2020 г. N 559.
5. ГОСТ 6482–2011 Трубы железобетонные безнапорные. Технические условия
6. ГОСТ 6942–98 Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним. Технические условия.
7. ГОСТ Р 55068–2012 Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами. Технические условия